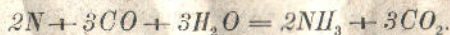


цинъ съ болѣе извѣстными уже намъ формами связаннаго азота, хотя сами и не могутъ служить питательными средствами растений. Проводя аміакъ надъ раскаленнымъ углемъ, можно превратить его въ синеродъ. Органическіе нитрилы, которые суть ничто иное какъ аміачныя соединенія, изъ которыхъ выдѣлена вода, могутъ въ тоже время быть разсматриваемы какъ синеродистыя соединенія *). Муравьинокислый аміакъ при нагреваніи переходитъ въ синеродистоводородную кислоту (синильную кислоту), и эта послѣдняя можетъ быть обратно переведена въ муравьинокислый аміакъ, при обработываніи ея сильными кислотами и основаніями, съ принятіемъ двухъ частицъ воды и т. д.

Принявъ во вниманіе эти многоразличныя соотношенія между синеродистыми соединеніями и аміакомъ, дѣлается очевиднымъ, что вышеупомянутое образованіе синеродистаго соединенія изъ свободного азота атмосферы, постоянно происходящее при проведеніи азота надъ раскаленнымъ углемъ, при одновременномъ присутствіи сильно щелочнаго вещества, означаетъ **) увеличеніе количества связаннаго азота, въ объясненномъ смыслѣ, на счетъ несвязаннаго и что по этому способу можно было бы готовить искусственно изъ несвязаннаго азота и азотистыя питательныя вещества для растений.

Наконецъ, слѣдуетъ кратко упомянуть объ искусственномъ приготовленіи аміака на счетъ свободного азота. Онъ образуется въ чрезвычайно малыхъ количествахъ не только при продолжительномъ пропусканіи электрической искры чрезъ смѣсь водороднаго газа и азота ***), но, кромѣ того, какъ это доказалъ Флекъ (Fleck) ****), онъ происходитъ также при прохожденіи азота, паровъ воды и окиси углерода надъ жженою известью, причемъ вода распадается, кислородъ ея идетъ на окисленіе окиси углерода, а водородъ—на образованіе аміака, по слѣдующему уравненію:



Этотъ процессъ, которымъ во всякомъ случаѣ еще не могли вос-

*) Gorup—Besanez: Org. Chemie 1862, стр. 84 и 468.

**) Также въ доменныхъ печахъ часто образуется большое количество синеродистаго каля насчетъ вгоняемаго мѣхами воздуха и щелочныхъ веществъ, содержащихся въ желѣзной рудѣ и плавнѣ.

***) Perrot: Jahresbericht der Chemie. 1859, стр. 35.

****) Bolley: Handbuch der chem. Technologie. II 2, стр. 48.

пользоваться практически, однакоже заслуживаетъ въ высшей степени нашего вниманія.

Таковы приблизительно извѣстные процессы, способные произвести увеличеніе связаннаго азота насчетъ несвязаннаго. Противупоставимъ имъ теперь другіе, *которые снова могутъ освободить азотъ*. Относительно этого предмета мы можемъ быть достаточно кратки.

Уже при изложеніи опытовъ Лооза, Джилберта и Пёга обнаружился источникъ этого перехода. Изъ этихъ опытовъ слѣдуетъ, что *гниющія или тляющія вещества* *) могутъ развивать въ почвѣ (и естественно также въ какомъ либо другомъ мѣстѣ) свободный азотъ вмѣстѣ съ продуктами гніенія, въ которыхъ азотъ еще сохраняетъ связанную форму.

Чтобы понять сущность условій перехода азота въ несвязанное состояніе, намъ необходимо только еще упомянутый тамъ фактъ распространить на процессъ горѣнія. При горѣніи большого числа азотистыхъ органическихъ соединений часть азота выдѣляется въ свободномъ состояніи, если только присутствіе сильно щелочныхъ веществъ не предрасполагаетъ къ образованію аміака. Этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ мы пользуемся при опредѣленіи азота по методѣ Вилля-Варентраппа, при которой весь азотъ органическаго вещества выступаетъ въ видѣ аміака. Кромѣ этихъ способовъ перехода, существуютъ еще нѣкоторые, извѣстные въ химіи способы **) (не представляющіе однако большого интереса для нашего предмета), посредствомъ которыхъ можно почти изъ любого азотистаго вещества выдѣлить азотъ въ несвязанной формѣ.

*) См. 10-ю лекцію.

**) Напр., различныя реакціи, происходящія при опредѣленіи азота по способу Дюма; далѣе процессъ, которымъ пользуются при опредѣленіи азота азотометромъ, по способу Кюппа и т. д.

ДВѢНАДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ.

Азотъ растенія. — Источники азота для растенія въ природѣ.

Составивъ себѣ въ двухъ послѣднихъ лекціяхъ представленіе о тѣхъ азотистыхъ веществахъ, изъ которыхъ высшее хлорофиллоносное растеніе почерпаетъ себѣ азотъ, и бросивъ въ то же время взглядъ на взаимную связь этихъ веществъ и свободного азота, на условія ихъ образованія и разрушенія, мы обратимся сегодня къ опредѣленію зависимости растительнаго царства (а вмѣстѣ съ тѣмъ и всего міра организмовъ) отъ существующаго въ данное время запаса связаннаго азота и отъ возможныхъ измѣненій этого запаса. Что подобная зависимость должна существовать, вытекаетъ уже изъ того, что вѣроятно всѣ организмы и (если существуетъ здѣсь извѣстное ограниченіе) во всякомъ случаѣ почти всѣ и ассимилируютъ, и выдѣляютъ лишь связанный азотъ; слѣдов. *міръ организмовъ, самъ по себѣ, не способенъ измѣнять однажды существующій на нашей землѣ запасъ связаннаго азота.*

*Этотъ существующій запасъ и тѣ, разсмотрѣнные въ концѣ прошлой лекціи процессы, которые стремятся измѣнить этотъ запасъ, опредѣляютъ, слѣдов., при извѣстныхъ обстоятельствахъ возможное распространеніе организмовъ *)*, такъ какъ потребность ихъ въ азотѣ никакъ не можетъ быть произвольно ограничена; а если неудовлетворена потребность въ этой составной части, то этотъ недостатокъ, конечно, не восполняется избыткомъ прочихъ условій жизни.

Этого достаточно, чтобы понять, какой интересъ представляетъ знакомство съ величиною этого запаса связаннаго азота, съ его происхожденіемъ и измѣненіемъ въ теченіи мірозданія и съ вытекающимъ отсюда увеличеніемъ или уменьшеніемъ его въ будущемъ. Другими словами, дѣло идетъ о приблизительномъ опредѣленіи преж-

*) Нѣтъ сомнѣнія, что и на практикѣ во многихъ мѣстахъ, именно тамъ, гдѣ культура не ослабляетъ другихъ условій произрастанія, распространеніе растительнаго царства ограничивается преимущественно недостаткомъ въ азотистой пищѣ. Ср. касательно этого 27-ю лекцію.

нихъ и настоящихъ размѣровъ знакомыхъ намъ процессовъ, увеличивающихъ или уменьшающихъ этотъ запасъ.

Хотя мы далеко не въ состояніи разрѣшить эту задачу, за отсутствіемъ масштабовъ для оцѣнки дѣйствія означенныхъ процессовъ, тѣмъ не менѣе соображенія въ этомъ направленіи приводятъ къ важнымъ результатамъ.

Съ самаго же начала мы принуждены сознаться, что относительно количества связаннаго азота, существовавшего на нашей планетѣ до появленія органической жизни *) (даже принимая весьма вѣроятную и почти общепринятую гипотезу нѣкогда расплавленного состоянія земли), мы знаемъ очень мало. Касательно этого первобытнаго состоянія при очень высокой температурѣ можно только положительно утверждать, что въ то время не было органическихъ азотистыхъ веществъ; а также съ нѣкоторою вѣроятностью, что, вслѣдствіе несомнѣннаго избытка кислорода, не могло быть аміака; но нѣтъ препятствія допустить существованіе азотной кислоты въ этомъ раннемъ періодѣ. Возможность электрическихъ грозовыхъ явленій въ это время заставляеть даже считать вѣроятнымъ раннее существованіе азотной кислоты, хотя, разумѣется, нельзя даже приблизительно опредѣлить возможное или необходимое количество ея. Вообще надо замѣтить, что большое разнообразіе возможныхъ процессовъ не позволяетъ намъ вникнуть въ существовавшія тогда отношенія, почему отдѣльныя предположенія, въ родѣ напр. гипотезы *Велера* и *Вилля* **), по которой въ этомъ періодѣ свободный азотъ связывался боромъ или кремніемъ, а потомъ въ прикосновеніи съ водными щелочами или просто въ водною углекислотою могъ получиться аміакъ, не заслуживаютъ серьезнаго обсужденія.

Во всякомъ случаѣ не подлежитъ сомнѣнію, что извѣстное количество связаннаго азота ***) существовало еще до появленія организ-

*) Я не вижу, чтобы вопросъ о томъ, существовали ли прежде организмы или азотистыя соединенія, равнялся бы вопросу о первоначальномъ существованіи яйца или курицы, какъ думаетъ Либихъ (Ср.: *Die Chemie* 1862 I. p. 3).

**) Ср. *Jahresber. d. Chemie*, 1857 p. 92; 1858 p. 790; 1859 p. 155.

***) Здѣсь слѣдуетъ указать на содержаніе аміака во многихъ минералахъ, добытыхъ изъ большой глубины. Ср. относительно этого показанія Буссенго, Берцелиуса и особенно Браконно у Либиха: *Die Chemie in ihrer Anwendung etc.* 1862 I. p. 305 и 308; далѣе Либихъ: *Die organische Chemie in ihrer Anwendung etc.* 1840 p. 102, гдѣ говорится о содержаніи аміака въ борной кислотѣ, добытой изъ горячихъ водныхъ паровъ внутренности земли.

мовъ, которые могли только сконцентрировать, но не увеличить это количество.

Нѣсколько легче рѣшить вопросъ, произошло ли со времени существованія органическаго міра увеличеніе или уменьшеніе связаннаго азота, и существуетъ ли въ настоящее время стремленіе къ измѣненію количества его въ томъ или другомъ смыслѣ. Правда, какъ уже сказано, мы не можемъ даже приблизительно опредѣлить размѣры дѣйствія процессовъ, переводящихъ свободный азотъ въ связанное состояніе, равно какъ и противоположныхъ процессовъ. Тѣмъ не менѣе, однако, при общемъ обзорѣнн всѣхъ этихъ процессовъ, обнаруживается извѣстная связь между ними и органическимъ міромъ.

Мы уже прежде пришли къ тому заключенію, что уменьшеніе однажды существующаго въ связанномъ видѣ азота обусловливается преимущественно процессами горѣнія и гніенія азотистыхъ органическихъ веществъ. Поэтому можно сказать, что для связаннаго азота, перешедшаго въ органическое вещество, особенно вѣроятно возвращеніе къ свободному состоянію, а такъ какъ именно *растительная жизнь* обусловливаетъ этотъ переходъ связаннаго азота въ органическое вещество, то она *способствуетъ нѣсколько уменьшенію связаннаго азота*. Этотъ выводъ представляется неизбѣжнымъ. Иначе пришлось бы принять, что азотистокислый аміакъ, образующійся по взгляду *Шенбейна* при испареніи воды растеніями, является эквивалентомъ упомянутой потери, что вполнѣ невѣроятно.

Принимая, сверхъ того, въ соображеніе и условія противоположнаго процесса, мы приходимъ съ нѣкоторою вѣроятностію къ такому воззрѣнію. Безъ помощи органическаго міра, а именно при электрическихъ явленіяхъ ежегодно образуется вновь извѣстное количество связаннаго азота въ неорганическомъ видѣ. Оно благоприятствуетъ, при существованіи прочихъ, необходимыхъ для этого условій, роскошному развитію органическаго міра. Послѣдній самъ по себѣ совершенно не измѣняетъ количества связаннаго азота, а только можетъ, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, концентрировать его въ формѣ органическихъ веществъ, между тѣмъ какъ въ противномъ случаѣ большая часть его была бы унесена почвенною водою въ океанъ *).

*) Чрезвычайно интересно поэтому содержаніе связаннаго азота въ морской водѣ. Къ сожалѣнію, при анализахъ этотъ интересъ рѣдко еще принимался въ соображеніе. Фирталеръ нашелъ (Jahresber. der Chemie 1867 p. 1032) при берегахъ Спалато въ морской водѣ 13,8 миллионныхъ долей аміака, что срав-

образомъ однако этотъ органическій міръ даетъ снова поводъ къ освобожденію азота, такъ какъ гніющія органическія вещества выдѣляютъ часть своего азота въ несвязанномъ состояніи.

Такимъ образомъ, если принять эти выводы, органическій міръ является какъ бы регуляторомъ (хотя, конечно, несовершеннымъ) для чрезмѣрнаго накопленія связаннаго азота, такъ какъ онъ, поощряемый въ своемъ развитіи этимъ накопленіемъ, косвенно благопріятствуетъ противоположному процессу.

Изложенныя выше соображенія касательно источниковъ увеличенія и уменьшенія связаннаго азота позволяютъ намъ, сверхъ того, обсудить значеніе человѣческаго вѣдѣнія по отношенію къ такому увеличенію или уменьшенію. Уже теперь очевидно, что интересъ чловѣка требуетъ увеличенія связаннаго азота на землѣ, такъ какъ этимъ восстанавливается одно изъ часто недостающихъ условій произрастанія, какъ показываетъ успѣхъ удобренія различными азотистыми веществами.

Нельзя не сознаться, что чловѣкъ имѣетъ возможность въ значительной мѣрѣ переводить свободный азотъ въ соединеніе и съ другой стороны препятствовать переходу связаннаго азота въ свободный, *хотя направленные къ этой цѣли средства не всегда выгодны въ экономическомъ отношеніи*. Во всякомъ случаѣ, физическая возможность подобныхъ средствъ указываетъ на вѣроятное ихъ примѣненіе въ будущемъ, вслѣдствіе усовершенствованія методовъ или болѣе настоятельной потребности. Уже теперь мы приготовляемъ азотистыя соединенія насчетъ несвязаннаго атмосфернаго азота, правда, не для употребленія въ сельскомъ хозяйствѣ, а съ промышленными цѣлями, такъ какъ стоимость производства не позволяетъ еще земледѣльцу пользоваться ими.

Что касается мѣръ, предотвращающихъ потерю связаннаго азота при горѣніи и гніеніи азотистыхъ органическихъ веществъ, то и онѣ не выходятъ изъ предѣловъ возможнаго. Мы знаемъ уже изъ нашихъ двухъ способовъ опредѣленія азота въ органическихъ веществахъ, что, примѣшивая при сжиганіи сильно щелочныя вещества (натровая известь), можно — по крайней мѣрѣ для всѣхъ органическихъ веществъ, принимаемыхъ здѣсь въ расчетъ, — совершенно

нительно съ метеорными осадками представляетъ уже рѣшительное обогащеніе. Напротивъ азотной кислоты, несмотря на большое число анализовъ, открыть не удалось.

воспрепятствовать выдѣленію азота въ свободномъ видѣ. Нѣчто подобное замѣчается, повидимому, и при явленіяхъ гніенія, съ которыми въ сущности мы исключительно и имѣемъ дѣло. Смѣшивая гніющее органическое вещество съ известью, удается, повидимому, ограничить выдѣленіе свободного азота *), хотя до сихъ поръ известковое удобреніе еще не употреблялось *сознательно* въ этомъ смыслѣ **). Отъ такихъ мѣръ, относительно которыхъ я желалъ только выснить ихъ *физическую возможность*, слѣдуетъ строго отличать манипуляціи, имѣющія цѣлью удержать связанный азотъ въ частномъ владѣніи. Для каждаго сельскаго хозяина въ отдѣльности представляется, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, разумѣется, весьма выгоднымъ посыпать богатый азотомъ навозъ гипсомъ, смѣшивать съ желѣзнымъ купоросомъ, быстро запахивать лежащій на полѣ навозъ, съ цѣлью предохранить себя отъ потери газообразнаго аміака, но—и это я прошу имѣть въ виду—все эти разнообразныя манипуляціи нисколько не измѣняютъ однажды существующаго количества связаннаго азота; отдѣляющійся при ихъ отсутствіи аміакъ съ первымъ же дождемъ падаетъ снова на землю, хотя конечно не только на поле того хозяина, который упустилъ его, но и на чужія поля. На этомъ-то и основаны изложенныя предохранительныя мѣры, а не на возможности увеличить этимъ способомъ общее количество связаннаго азота.

Это касательно человѣческаго вмѣшательства въ процессы связыванія и высвобожденія азота. Въ изложенныхъ выше соображеніяхъ, мнѣ кажется, кроются указанія, не безполезныя для будущаго развитія экономіи удобренія. Къ нѣкоторымъ изъ затронутыхъ здѣсь вопросовъ мы вернемся еще въ самомъ концѣ этихъ лекцій, гдѣ будутъ приняты въ расчетъ и хозяйственныя отношенія.

*) Это, можетъ быть, обнаруживается изъ опытовъ Э. Вольфа (Naturgesetliche Grundlagen des Ackerbaus. 1856. p. 597). Онъ заставлялъ сгнивать навозъ при различныхъ обстоятельствахъ и, примѣшивая известь, наблюдалъ самую незначительную потерю азота (7,5%), меньше чѣмъ при смѣшеніи съ гипсомъ, хотя, повидимому, гипсъ долженъ былъ связывать аміакъ. Однако этотъ важный фактъ требуетъ новаго опытнаго подтвержденія и, сверхъ того, можетъ быть истолкованъ иначе.

**) Существуетъ также утвержденіе, будто количество свободного азота, выдѣляющагося изъ азотистаго органическаго вещества, при настоящемъ гніеніи больше, чѣмъ при тлѣніи, почему рекомендуется разстилка навоза съ цѣлью облегчить разложеніе; но доводы, на которые опирается это положеніе, довольно шатки (ср. Hallier: Gährungserscheinungen. 1867. p. 40).

Теперь бросимъ взглядъ на количество азота, доставляемое въ природѣ растенію, не получающему удобренія. Этотъ предметъ представляетъ для насъ особенный интересъ, вслѣдствіе связанныхъ съ нимъ практическихъ вопросовъ. Дѣйствительно, онъ игралъ роль въ научномъ спорѣ между партіями, стоявшими на различной точкѣ зрѣнія касательно вопроса о значеніи азотистаго удобренія.

Растеніе, укорененное въ почвѣ, лишенной до тѣхъ поръ растительности, слѣд. исполнѣ неорганической, обречено въ природѣ на слѣдующіе источники азота (предполагая, что оно не имѣетъ способности поглощать своими листьями аміакъ изъ атмосферы):

Аміакъ и азотная кислота, постоянно падающіе въ видѣ атмосферныхъ осадковъ *),

тѣ количества этихъ соединений, которыя (вслѣдствіе извѣстныхъ свойствъ) удержаны почвою изъ прежнихъ осадковъ, аміакъ и азотная кислота, вслѣдствіе явленій испаренія, образовавшіеся въ самой почвѣ вновь, но это явленіе еще очень сомнительное, или по крайней мѣрѣ доставляющее весьма незначительное количество связаннаго азота **).

Поэтому прежде всего надо познакомиться съ содержаніемъ такихъ соединений въ атмосферныхъ осадкахъ. Изъ большаго числа существующихъ по этому предмету показаній мы заимствуемъ слѣдующія данныя.

Атмосферный воздухъ, изъ котораго аміакъ и азотная кислота, чрезъ промываніе переходятъ въ водяные осадки, заключаетъ, по изслѣдованіямъ, произведеннымъ въ различѣйшихъ мѣстахъ и различѣйшими наблюдателями, 0,08—47,6 миллионныхъ аміака, конечно не въ свободномъ видѣ, а въ соединеніи съ азотною кислотою или, при недостаточномъ количествѣ послѣдней, — съ углекислотою. Среднимъ числомъ можно принять, что воздухъ нашихъ широтъ заключаетъ одну миллионную аміака.

Соссюръ первый заговорилъ объ аміачныхъ парахъ въ атмосферѣ, а Либихъ ***)) въ 1826 году въ первый разъ доказалъ присутствіе азотнокислаго аміака въ дождевой водѣ.

*) Азотистая кислота, образующаяся, по Шёнбейну, при цѣломъ рядѣ процессовъ одновременно съ аміакомъ, не будетъ болѣе упоминается особо, такъ какъ при обыкновенныхъ обстоятельствахъ она очень легко переходитъ въ азотную кислоту.

**) См. 11-ю лекцію.

***)) Chemie in ihrer Anwendung. I. 1862. p. 317.

Содержаніе азотной кислоты въ атмосферѣ неизвѣстно.

Въ атмосферныхъ осадкахъ найдены указанныя въ прилагаемыхъ таблицахъ количества этихъ веществъ.

Въ дождь:

Мѣсто.	Наблюдатель.	Время.	Азотная кислота.	
Парижъ	Барраль	Юнь (минимумъ)	1,84	милліонныхъ.
»	»	Февраль (максимумъ)	11,77	»
»	»	Среднее (за 6 мѣсяцевъ)	6,21	»
Нантъ.	Бобьеръ	Апрѣль (минимумъ)	1,81	»
»	»	Августъ (максимумъ)	16,00	»
»	»	Среднее (за 10 мѣсяцевъ)	5,68	»
Парижъ.	Буссенго	Январь 1858 (минимумъ)	0,36	»
»	»	» (максимумъ)	2,11	»
»	»	Среднее (за 5 мѣсяцевъ)	1,02	»
Лионъ	Био	Зима	0,3	»
»	»	Весна	0,1	»
»	»	Лѣто	2,0	»
»	»	Осень	1,0	»
»	»	Среднее	1,0	»
Мёвернъ	Кнопъ	Юль	0,57	»
»	»	Во время бури	9,8	»
Мѣсто.	Наблюдатель.	Время.	Аміакъ.	
Парижъ.	Барраль	Май (минимумъ)	1,14	милліонныхъ.
»	»	Февраль (максимумъ)	9,65	»
»	»	Среднее (за 6 мѣсяцевъ)	3,72	»
Нантъ.	Бобьеръ	Августъ (минимумъ)	2,11	»
»	»	Декабрь (максимумъ)	15,67	»
»	»	Среднее (за 10 мѣсяцевъ)	5,94	»
Либфрауен- бергъ.	Буссенго	Юль (минимумъ)	0,00	»
»	»	Августъ (максимумъ)	3,38	»
»	»	Среднее (изъ 4 наблюденій)	0,79	»
Парижъ.	»	Августъ (минимумъ)	1,06	»
»	»	Юль (максимумъ)	2,00	»
»	»	Среднее (изъ 5 наблюденій)	1,63	»
Въ Тулузѣ	Фиоль	Январь и Февраль	2,4—4,6	»
Близъ Тулузы	»	Апрѣль (минимумъ)	0,44	»
»	»	Мартъ (максимумъ)	0,83	»
»	»	Среднее (за 6 мѣсяцевъ)	0,65	»

Мѣсто.	Наблюдатель.	Время.	Аміакъ.	
Ліонъ	Бино	Зима	16,3	»
»	»	Весна	12,1	»
»	»	Лѣто	3,1	»
»	»	Осень	4,0	»
»	»	Среднее	6,8	»
Мёкернъ	Кнопъ и	Май (минимумъ)	0,3	»
»	Вольфъ		4,0	»
»	»	» (максимумъ)	4,0	»

Но, кромѣ содержанія аміака и азотной кислоты въ дождѣ, мы должны обратить еще вниманіе на количество этихъ веществъ въ прочихъ осадкахъ. Я приведу маленькую табличку, составленную исключительно изъ среднихъ чиселъ.

Въ снѣгъ:

Мѣсто.	Наблюдатель.	Время.	Азотная кислота.	
Парижъ.	Буссенго.	1858. 6 наблюденій.	1,66	милліонныхъ.
			Аміакъ.	
Близъ Тулузы	Фильоль.	1855. 1 наблюденіе.	6,00	милліонныхъ.
Мёкернъ	Кнопъ и	1860. 3 наблюденія.	0 — 2,9	»
	Вольфъ.			
?	Буссенго.	1853. 2 наблюденія.	1,2	»

Въ другихъ осадкахъ, каковы туманъ, роса, количество азотной кислоты и аміака также было опредѣлено многими изслѣдователями: для тумана получались по временамъ весьма значительныя числа до 138 милліонныхъ азотной кислоты и столько же аміака. Но эти данныя для насъ не столь интересны, какъ тѣ, которыя относятся къ осадкамъ, быстро падающимъ съ большихъ высотъ, такъ какъ въ первомъ случаѣ содержаніе въ нихъ аміака и азотной кислоты будетъ зависѣть отъ мѣстныхъ условій. Касательно градинъ можно замѣтить, что, по многимъ изслѣдованіямъ, онѣ содержатъ ровно столько же аміака, сколько выпавшій въ то же время дождь *).

Изъ сообщенныхъ чиселъ ясно видно, что атмосферные осадки постоянно заключаютъ аміакъ и азотную кислоту. Уклоненія, замѣчаемыя для различныхъ мѣстъ и временъ наблюденія, можно во всякомъ случаѣ лишь отчасти приписать неточности метода опредѣле-

*) Приведенныя числа можно найти въ Landw. Centralbl. 1857. В. I. p. 413; 1858. В. II. p. 165. 1865. В. I. p. 46. Journal f. prakt. Ch. 58, p. 373; 95, p. 318; далѣ довольно полный сводъ ихъ въ Heiden: Düngerlehre I. p. 318 и слѣд.; Кноп: Kreislauf etc. II. p. 58 и слѣд.

нія, ошибкамъ опыта и проч. Напротивъ, изъ отдѣльныхъ показаній можно заключить съ достовѣрностью, что многіе экспериментаторы исполнѣ владѣли методомъ, и что слѣд. несогласія въ показаніяхъ выражаютъ дѣйствительно существующія въ природѣ колебанія. И такъ атмосферные осадки, смотря по способу своего происхожденія, заключаютъ весьма различное количество аміака и азотной кислоты, хотя до сихъ поръ и не удалось еще подвести эти различія *) подъ общія точки зрѣнія.

Нѣкоторые выводы, относительно зависимости содержанія этихъ азотистыхъ веществъ въ атмосферныхъ осадкахъ отъ способа происхожденія послѣднихъ, можно однако извлечь изъ имѣющагося матеріала; они отчасти уже были формулированы Кнопомъ **) и Буссенго ***).

Содержаніе въ осадкѣ именно аміака, повидимому, тѣмъ значительнѣе, чѣмъ дольше осадокъ находился въ соприкосновеніи съ атмосферою. Быстро падающіе дожди сравнительно бѣдны, туманообразные дожди и самый туманъ сравнительно богаты аміакомъ. Какъ кажется, дождь въ началѣ паденія всего богаче, впоследствии же бѣднѣе аміакомъ, такъ какъ воздухъ тогда уже болѣе очищенъ дождемъ отъ аміака. Грозовый дождь заключаетъ не больше аміака чѣмъ обыкновенный; касательно же относительнаго содержанія азотной кислоты въ этихъ осадкахъ еще нѣтъ удовлетворительныхъ данныхъ.

Нѣкоторый интересъ представляетъ далѣе отношеніе количествъ аміака и азотной кислоты въ отдѣльныхъ осадкахъ.

Это отношеніе отнюдь не постоянно въ различныхъ осадкахъ. Наибольшія количества одной составной части вообще не совпадаютъ съ наибольшими количествами другой. Оба вещества подвержены, относительно количества, въ которомъ они встрѣчаются, большимъ, по отнюдь не правильнымъ (параллельнымъ) колебаніямъ.

Среднее количество азотной кислоты въ осадкахъ, согласно большинству наблюдателей, нѣсколько превосходитъ среднее количество

*) Бобьеръ находилъ даже весьма различныя количества аміака и азотной кислоты въ дождѣ при собираніи его одновременно на 7 и на 50 метрахъ надъ поверхностью земли, и притомъ на высотѣ гораздо меньше аміака и нѣсколько больше азотной кислоты.

**) Landw. Versuchsst. III. p. 121 и слѣд.

***) Landw. Centralbl. 1858. В. II. p. 165.

заключеннаго въ нихъ аміака, но не въ такомъ отношеніи, какъ ихъ эквиваленты (54:17), такъ что гораздо чаще приходится допустить въ метеорной водѣ, кромѣ азотнокислаго аміака, углекислый аміакъ, нежели свободную азотную кислоту.

Содержаніе азотной кислоты въ осадкахъ, согласно большинству показаній, зависитъ въ большей степени отъ временъ года (и въ лѣто, обильное грозами, появляется въ большемъ количествѣ), чѣмъ аміакъ, для котораго ясной зависимости отъ временъ года открыть не удалось.

Относительно содержанія аміака и азотной кислоты въ осадкахъ другихъ, именно тропическихъ поясовъ, еще нѣтъ данныхъ.

Этимъ мы и удовольствуемся касательно нахождения связаннаго азота въ атмосферныхъ осадкахъ. Сравнивая эти результаты съ тѣмъ, что можно было предвидѣть, на основаніи теоріи образованія связаннаго азота, мы должны сознаться, что они хорошо согласуются съ этою теоріею.

Прежде всего слѣдуетъ устранить возможное заблужденіе, будто весь связанный азотъ, доставляемый дождемъ и снѣгомъ на землю, образовался вновь изъ свободного азота, благодаря разсмотрѣннымъ выше процессамъ. Для азотной кислоты это дѣйствительно такъ, потому что, однажды выпавъ, она связывается основаніями, совершенно утрачиваетъ летучесть и не можетъ уже перейти обратно въ воздухъ, но къ аміаку это не приложимо. Это можно собственно заключить уже изъ того обстоятельства, что часто, даже постоянно, осадки заключаютъ, кромѣ азотнокислаго, еще углекислый аміакъ; источника же для образованія послѣдней соли изъ свободного азота неизвѣстно. Именно это найденное отношеніе аміака къ азотной кислотѣ въ водянистыхъ осадкахъ показываетъ особенно ясно, что аміакъ (часто большая часть его) долженъ былъ улетучиться въ такомъ видѣ изъ почвы, гдѣ онъ образуется при гніеніи многихъ веществъ, особенно животныхъ остатковъ. Поэтому заключенная въ выпадающей водѣ азотная кислота гораздо скорѣе аміака можетъ служить мѣриломъ новообразованія связаннаго азота.

Обращая далѣе вниманіе на совершенную независимость азотной кислоты отъ аміака въ осадкахъ, мы вправѣ сдѣлать дальнѣйшее заключеніе, что въ природѣ окисленіе азота озономъ и электрическою искрою играетъ *болѣе важную роль*, нежели образованіе азотистокислаго аміака чрезъ присоединеніе воды къ азоту, при испареніи, горѣніи и т. д.; ибо преобладаніе послѣдняго процесса, оче-

видно, повело бы къ болѣе равномерному отношенію между аміакомъ и азотною (азотистою) кислотою, хотя нельзя не сознаться, что весь образовавшійся этимъ путемъ азотистокислый аміакъ не могъ бы проникнуть въ атмосферу.

Но не будемъ упускать изъ виду вопроса, ради котораго мы занялись содержаніемъ азотистой растительной пищи въ атмосферныхъ осадкахъ. Мы хотѣли узнать сколько азота получаетъ растение на неорганической почвѣ, и теперь можемъ обсудить, насколько мы приблизились, благодаря изложеннымъ выше соображеніямъ, къ разрѣшенію этого вопроса.

Мы нашли, что всякая дождевая и снѣговая вода представляетъ слабый, хотя и гомеопатически слабый растворъ аміака и азотной кислоты. На основаніи сообщенныхъ чиселъ относительно концентраціи этихъ растворовъ, часто уже предпринимались вычисленія для опредѣленія доставляемаго растеніямъ этимъ путемъ азота; но при этомъ обнаружилось затрудненіе, которое не ускользнетъ отъ насъ при новомъ обзорѣ приведенныхъ таблицъ. Числа до такой степени различны, что изъ нихъ можно по произволу (оставаясь вмѣстѣ съ тѣмъ вполне честнымъ) вычислить все, что угодно. Поэтому, дѣйствительно, такимъ образомъ пришли къ самымъ противорѣчивымъ результатамъ, тѣмъ болѣе, что это давало поводъ подтверждать самыя различныя теоріи «фактическими» данными.

Поэтому, принимая во вниманіе неполное знакомство съ количествами связаннаго азота, доставляемаго при извѣстныхъ обстоятельствахъ дождевою водою изъ атмосферы, разсматриваемый вопросъ, повидимому, не можетъ быть разрѣшенъ указаннымъ способомъ. Все же однако мы можемъ достигнуть извѣстныхъ результатовъ, если обратимъ вниманіе на различныя показанія относительно состава водныхъ осадковъ, и въ то же время будемъ имѣть въ виду наибольшій и наименьшій предѣлы, между которыми слѣдуетъ искать истины.

Если воспользоваться числами *Буссеню* и принять количество дождя равнымъ 24 дюймамъ, то ежегодно получается связаннаго азота 0,91 фунтовъ въ аміакѣ,

0,44 » въ азотной кислотѣ,

слѣд. всего 1,35 ф. азота на одинъ прусскій моргентъ. Принявъ, напротивъ, гораздо болѣе высокія числа *Уэ*, не помѣщенные въ приведенной таблицѣ, мы получаемъ на ту же поверхность въ аміакѣ и азотной кислотѣ 4,6 фунтовъ азота; это высшее число слѣдуетъ

отчасти приписать большому количеству выпадающего въ Англіи дождя. Наконецъ, основываясь на высокихъ числахъ *Баррала* и считая опять 24 дюйма дождя, мы найдемъ, что прусскій моргенъ получаетъ 9,82 фунта способнаго къ ассимиляціи азота.

Даже принявъ въ расчетъ послѣднія числа, которыя, вѣроятно, слишкомъ высоки для среднихъ *), можно показать, что на неорганической почвѣ растеніе не можетъ развиваться роскошно насчетъ такихъ количествъ. Въ этомъ мы убѣждаемся, сравнивая доставляемое такимъ путемъ растенію количество азота съ тѣмъ, которое оно, развиваясь роскошно, какъ мы того требуемъ отъ культурныхъ растений, ежегодно доставляетъ. Касательно количества азота, которое можетъ доставить при обыкновенномъ хозяйствѣ прусскій моргенъ, существуютъ точныя показанія *Буссеню*. Онъ нашелъ, что при слѣдующемъ сѣвооборотѣ **) въ Эльзасѣ жатва заключаетъ слѣдующія количества азота:

1)	Картофель	23,6 ф. азота.
2)	{ Пшеничныя зерна	13,4 » »
	{ Пшеничная солома	4,6 » »
3)	Клеверъ	43,2 » »
4)	{ Пшеничныя зерна	16,6 » »
	{ Пшеничная солома	5,7 » »
	{ Пожнивная рѣпа. .	6,2 » »
5)	{ Овсяныя зерна	11,8 » »
	{ Овсяная солома . . .	2,6 » »

5 жатвъ 127,7 ф. азота на прусскій моргенъ,
т. е. въ среднемъ 25,5 ф. азота на прусскій моргенъ.

*) На прусскихъ опытныхъ станціяхъ въ дождевой и снѣговой водѣ были найдены въ среднемъ изъ трехлѣтнихъ наблюденій слѣдующія количества связаннаго азота въ годъ на моргенъ:

въ Кушенѣ (Познань).	1,4 ф.	} т. е. $5\frac{3}{4}$ ф. въ среднемъ.
» Инстербургѣ (Восточн. Пруссія). . .	3,6 »	
» Даме (Бранденбургъ).	3,8 »	
» Регенвальде (Померанія)	7,1 »	
» Зорау (Нижняя Силезія)	6,7 »	
» Проскау (Верхняя Силезія)	11,9 »	

слѣд. въ среднемъ тѣ же числа, хотя и здѣсь большія отклоненія. Ср. также *Jahresber. f. Agrikulturch.* 1866. p. 70 и 1867. p. 59.

**) Очевидно недостаточно опредѣлить содержаніе азота въ одной какой-либо годовой жатвѣ, такъ какъ оно можетъ быть произведено главнымъ образомъ насчетъ жатвенныхъ остатковъ прошлаго года.

Эти 25 $\frac{1}{2}$ фунтовъ азота изображаютъ количество, какое доставляютъ ежегодно наши поля, и какое, при нашихъ хозяйственныхъ отношеніяхъ, мы необходимо должны отъ нихъ требовать. Это количество превосходить количество азота, доставляемое растениямъ водными осадками, считая его даже за 9,8 фунтовъ, почти въ три раза *).

Но при этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе еще на многое. Растеніе, развивающееся на неорганической почвѣ, получаетъ не одинъ только связанный азотъ, содержащійся въ водныхъ осадкахъ. Конечно, запасъ аміака и азотной кислоты, заключенный въ почвѣ, происходящій отъ прежнихъ осадковъ, не нарушаетъ вѣрности изложенныхъ выше соображеній, ибо этотъ запасъ, представляющій во всякомъ случаѣ величину конечную, можетъ быть достаточнымъ, лишь для ряда жатвъ, но, затѣмъ, вслѣдствіе накопленія дефицита долженъ истощиться.

Но остается упомянуть еще о нѣкоторыхъ, хотя и сомнительныхъ, источникахъ связаннаго азота, а именно объ источникѣ въ самой почвѣ, гдѣ, какъ мы видѣли, согласно нѣкоторымъ показаніямъ (*Клоэзъ* и *де-Лука* и кромѣ того *Шенбейнъ*), свободный азотъ переходитъ въ связанное состояніе чрезъ образованіе селитры въ присутствіи щелочныхъ веществъ и чрезъ образованіе азотистокислаго аміака при испареніи **). Какъ легко видѣть, очень трудно (чтобы не сказать, невозможно), по крайней мѣрѣ относительно перваго источника, убѣдиться *опытнымъ путемъ* въ томъ, играютъ ли въ природѣ подобные процессы сколько нибудь значительную роль, и могутъ ли этимъ путемъ образоваться значительныя количества связаннаго азота, такъ какъ въ почвѣ при естественныхъ условіяхъ этому препятствуютъ цѣлый рядъ различныхъ обстоятельствъ. Поэтому доказательство недостаточности доставляемаго азота избраннымъ нами способомъ не можетъ считаться строгимъ, хотя и было показано, что источникъ связаннаго азота, который мы, не безъ основанія, можемъ считать главнѣйшимъ, даже при самыхъ выгодныхъ пред-

*) При этомъ совершенно не принято въ расчетъ того, что часть доставленнаго почвѣ азота можетъ снова уноситься почвенною водою и въ періодъ отсутствія растительности теряется въ большихъ размѣрахъ.

**) Весьма интересны въ этомъ отношеніи опыты, сообщенные въ отчетѣ Бретшнейдера (*Pr. Annal. d. Landw. Monatsbl.* 1870. p. 25), изъ которыхъ можно бы заключить, что чрезъ испареніе въ почвѣ не образуется замѣтныхъ количествъ связаннаго азота (азотистокислаго аміака).

положеніяхъ, недостаточенъ для покрытія снимаемаго ежегодно въ жатвѣ азота.

Мы должны здѣсь сослаться на практику и на опыты въ большемъ видѣ, произведенные напр. *Лоозомъ* и *Джилбертомъ*, которые показываютъ, что при многолѣтнемъ безазотистомъ удобреніи скоро получаютъ лишь незначительныя жатвы съ весьма низкимъ содержаніемъ азота, представляющимъ ежегодную ренту азота, остающуюся послѣ потребленія растеніями азотистаго капитала почвы. Подобные опыты, произведенные съ весьма различными удобреніями, ясно доказываютъ недостаточность связаннаго азота, ежегодно получаемаго растеніями, въ природѣ, для роскошнаго развитія *).

Однако остается устранить еще одно возраженіе. Мы видѣли, что нѣкоторыя растенія, также относящіяся къ культурнымъ, обладаютъ способностью поглощать аміакъ изъ воздуха листьями. Вопросъ о важности этого процесса въ природѣ также еще не разрѣшенъ точными опытами надъ подобными растеніями. И здѣсь отвѣтъ даютъ обширные полевые опыты *Лооза* и *Джилберта*, результаты которыхъ уже были приведены. Эти изслѣдователи нашли, что полученная, въ отсутствіи всякаго азотистаго удобренія, жатва азота, которая, при непрерывномъ воздѣлываніи какого либо злака, скоро достигла довольно постоянной величины, значительно повышалась чрезъ вставленіе одного изъ подобныхъ растеній. Нетолько количество азота въ жатвѣ клевера, гороха **) было значительно больше количества, доставленнаго прежде злакомъ, но и злакъ, слѣдовавшій за клеверомъ или горохомъ, давалъ (конечно, вслѣдствіе азотистыхъ жат-

*) Тоже самое, хотя не такъ опредѣленно, обнаруживаютъ нѣкоторые опыты съ произрастаніемъ въ безазотистой почвѣ, причемъ растенія поливались дождевою водою или, просто, оставались на открытомъ воздухѣ. Исключеніе азотистыхъ составныхъ частей при такихъ опытахъ оказывается всегда гораздо болѣе чувствительнымъ, нежели удаленіе органическихъ составныхъ частей почвы; ср. напр. Е. Вольфа: *Praktische Düngerlehre* 1868 р. 15—17. Это указываетъ, между прочимъ, на значеніе перегноя, какъ источника азота, о чемъ рѣчь впереди.

**) Абсолютное содержаніе азота въ клеверѣ, горохѣ и т. п. также значительно, чѣмъ въ овсѣ и ржи; ср. *Chem. Ackersm.* 1869 р. 240, гдѣ находится слѣдующее сопоставленіе:

	Овесъ.	Рожь.	Клеверъ.	Горохъ.	Лупинъ.
все растеніе	2,6	2,6	3,5	3,5	3,0
тоже до цвѣтенія	1,7	1,6	2,8	2,6	1,8
солома зрѣлаго растенія	0,5	0,4	1,5	1,2	0,9
зрѣлое сѣмя	2,0	1,9	4,0	3,5	5,0

венныхъ остатковъ этихъ растеній) большее количество азота въ жатвѣ.

Итакъ, опытъ въ большомъ видѣ дѣйствительно показываетъ, что нѣкоторыя растенія *) получаютъ весьма значительныя количества азота сверхъ содержащихся въ водныхъ осадкахъ, но и въ этомъ случаѣ практика несомненно убѣждаетъ насъ въ томъ, что даже для такихъ растеній (по крайней мѣрѣ для сѣвооборота, въ которомъ участвуютъ эти растенія) *разсмотрѣнные до сихъ поръ источники азота совершенно недостаточны* для достиженія сколько нибудь порядочнаго развитія.

Это воззрѣнiе вытекаетъ съ полною достовѣрностью изъ приведенныхъ соображеній, хотя, надо замѣтить, до производства дальнѣйшихъ опытовъ, нельзя распространять его и на другіе климаты, для которыхъ неизвѣстно количество азота, доставляемое растеніямъ указанными источниками. Въ тропическихъ, изобилующихъ дождями мѣстностяхъ отношенія, можетъ быть, совершенно другія, хотя, на основаніи до сихъ поръ извѣстнаго, это нѣсколько невѣроятно.

Результатъ, къ которому мы теперь пришли, можно выразить приблизительно слѣдующимъ образомъ:

Растенію, развивающемуся на чисто неорганической почвѣ, не заключающей слѣдовательно никакихъ животныхъ или растительныхъ остатковъ, ежегодно доставляются въ природѣ извѣстныя количества азота, которыя однако недостаточны для роскошнаго развитія, а слѣдовательно и для сильной культуры большинства растеній.— Въ этомъ заключается одна изъ причинъ, почему растенія, именно культурныя, не могутъ развиваться роскошно на почвѣ, состоящей преимущественно изъ вывѣтрившихся горныхъ породъ, или на прокаленной почвѣ.

Но дикорастущее растеніе находится обыкновенно въ совершенно отличныхъ (отъ только что предположенныхъ) условіяхъ. Оно укореняется въ почвѣ, съ которой не снимается жатвѣ, и въ азотистыхъ продуктахъ разложенія погибшаго поколѣнія находитъ обильную

*) Къ какимъ фізіологическимъ особенностямъ Бобовыхъ сводится въ концѣ концовъ ихъ преимущественная способность усвоить связанный азотъ воздуха, остается, при недостаточности опытной разработки этого предмета, неизвѣстнымъ. Но пока слѣдуетъ принимать лишь различіе въ степени этой способности, обусловливаемое густотою листьевъ, устройствомъ устьицъ и межклеточныхъ ходовъ, реакціе клеточнаго сока и т. п. Опыты въ указанномъ направленіи были бы весьма желательны.

азотистую пищу; такимъ образомъ, сверхъ ежегодной «ренты азота», оно пользуется еще однажды накопленнымъ запасомъ азота, находящимся въ постоянномъ обращеніи.

Сельскій хозяинъ, воздѣлывающій растенія и ежегодно снимающій въ жатвѣ этотъ накопленный запасъ (за исключеніемъ небольшого остатка), приводитъ этимъ растеніе въ такое же состояніе, въ какомъ оно находится въ только что занятой или въ прокаленной почвѣ. Если хозяинъ не озаботится въ тоже время о другомъ направленіи своей дѣятельности, то растеніе снова обречается на недостаточную для роскошнаго развитія ренту азота, такъ какъ накопленіе значительнаго азотистаго капитала при такихъ условіяхъ является невозможнымъ. Съ этой точки зрѣнія объясняется въпослѣдствіи (принимая въ соображеніе отношенія цѣнъ) для большинства растеній хозяйственная необходимость азотистаго удобренія.

Одно время многіе, по примѣру *Либиха*, смотрѣли на разобранный выше вопросъ совершенно иначе. Я избѣгалъ ближайшаго разсмотрѣнія пронстекающаго отсюда противорѣчія, составляющаго значительную часть извѣстнаго спора между «азотистою» и «минеральною» теоріями, избѣгалъ потому, что вначалѣ ни одна изъ двухъ партій не приводила убѣдительныхъ доводовъ въ пользу того или другаго воззрѣнія; такіе доводы, можетъ быть, слѣдуетъ искать только въ изложенныхъ выше изысканіяхъ. Другими словами, то былъ споръ, который (какъ это бываетъ, можно сказать, постоянно при теоритической разработкѣ сельскохозяйственныхъ вопросовъ) велся безъ всякаго знанія дѣла, и потому въ настоящее время представляетъ лишь слабый интересъ.

Нельзя, однако, сомнѣваться въ томъ, что только что выставленныя нами положенія могутъ считаться безусловно вѣрными.

Еще до окончанія этой лекціи мы должны разсмотрѣть вкратцѣ одинъ вопросъ, до сихъ поръ представлявшійся намъ какъ бы постороннимъ, однако вполне заслуживающій нашего вниманія. Я имѣю въ виду характерную ассимиляцію азота нѣкоторыми растеніями, именно Бобовыми. Этотъ процессъ поглощенія углекислаго аміака листьями, существованіе котораго могло быть доказано опытомъ, представляетъ для названныхъ растеній ту выгоду, что они, при совершенно одинаковыхъ обстоятельствахъ (одинаковомъ содержаніи амміака въ атмосферѣ), могутъ принимать въ себя гораздо большія

количества азота чѣмъ другія растенія *). Существующая вслѣдствіе того возможность воздѣлываніемъ такихъ растеній получать въ жатвѣ гораздо большія количества азота, и слѣд. достигать при недостаткѣ азотистаго удобренія гораздо болѣе значительной жатвы, возможность, вытекающая не столько изъ знакомства съ особенностями въ питаніи этихъ растеній, сколько изъ опытовъ въ большемъ видѣ и даже, просто, изъ внимательнаго наблюденія извѣстныхъ явленій въ сельскохозяйственной практикѣ, составляетъ причину особеннаго положенія, занимаемаго этими растеніями въ сѣвооборотѣ.

Каждого, знакомаго съ основаніями ученія о питаніи воздѣлываемыхъ организмовъ, должно сильно удивлять постоянно высказываемое сельскохозяйственными статиками **) старой школы положеніе, будто, кромѣ обыкновенныхъ почвоистощающихъ растеній, есть еще другія, называемыя нѣкоторыми изъ нихъ прямо «почвообогащающими»; мы, вѣдь, знаемъ, что каждая жатва непременно извлекаетъ изъ почвы извѣстныя полезныя составныя части.

Въ виду столь страннаго факта, мы не имѣемъ, однако, права обвинять въ ошибкѣ этихъ превосходныхъ наблюдателей, результаты которыхъ отчасти, какъ показалъ *Дрекслеръ* ***), могутъ почти съ комическою точностью быть переведены на нашъ болѣе научный языкъ, хотя бы склонялись съ перваго взгляда отбросить эти несогласныя съ нашими представленіями показанія въ качествѣ старыхъ бредней. — Этимъ удобнымъ способомъ противорѣчіе не устраняется.

Вникая ближе, мы увидимъ, что эти «почвообогащающія» или, по болѣе точному выраженію другихъ, только «увеличивающія плодородіе» растенія тождественны съ тѣми, за которыми научное изслѣдованіе признало съ большою вѣроятностью характерную способность ассимилировать атмосферный аміакъ и чрезъ это усвоить гораздо большее количество азота, чѣмъ другія растенія. — Противорѣчіе теперь мгновенно уничтожается. Стоитъ только сообразить, что въ почвѣ, содержащей не слишкомъ большое количество годнаго къ потребленію азота — а какая же почва воздѣлываемыхъ по нашему способу странъ заключаетъ избытокъ азота? — именно онъ и опредѣляетъ въ дѣйствительности питаніе растеній, между тѣмъ какъ другія пита-

*) Какъ уже сказано, это утвержденіе опирается болѣе на указанія практики, нежели на точныя опыты.

**) Drechsler: Die Statik des Landbaues. 1869 p. 1 — 59.

***) I. c. p. 94.

тельные вещества могут находиться въ большомъ избытѣ безъ всякой пользы для воздѣлываемыхъ растений. Клеверъ и вообще бобовыя могутъ, оставляя азотистые корневые остатки, увеличивать это содержаніе азота и такимъ образомъ обогащать почву *), хотя и извлекаютъ изъ нея другія, но въ этомъ случаѣ, можетъ быть, безпольныя вещества. Это не значить, чтобы при этомъ неиграли никакой роли и другія особенности этихъ растений, именно клевера; но въ сущности замѣченный старыми, точно наблюдавшими статиками и такъ странно выраженный фактъ объясняется изложенною выше связью.

Этимъ обусловливается, слѣд., что клеверъ часто вводится въ сѣвооборотъ, когда почва уже нѣсколько обдѣла азотомъ и когда злаки дали бы плохіе результаты.

Взаключеніе сопоставимъ вкратцѣ положенія, къ которымъ мы пришли въ теченіе этихъ трехъ лекцій относительно азотистыхъ питательныхъ веществъ высшихъ зеленыхъ растений:

1) Всѣ растенія заключаютъ азотистыя вещества, которые имъ необходимы.

2) Всѣ растенія заключаютъ въ молодыхъ, способныхъ къ новообразованію клѣточкахъ азотистыя вещества, относящіяся къ группѣ протеиновыхъ.

3) Эти вещества образуются въ весьма различныхъ мѣстахъ растенія изъ безазотистаго органическаго вещества и (по крайней мѣрѣ обыкновенно) азотистыхъ неорганическихъ соединений.

4) Признаковъ, характеризующихъ мѣсто этого образованія, до сихъ поръ не найдено.

5) Если это образованіе, что весьма вѣроятно происходитъ съ одной стороны насчетъ углеводовъ, то въ тоже время должна образоваться углекислота (или какое нибудь другое высокоокисленное углеродистое соединеніе).

6) Свободный атмосферный азотъ не въ состояніи питать высшее зеленое растеніе.

7) Для этого необходимы соединенія аміака или азотной кислоты; мѣсто ихъ могутъ при случаѣ заступитъ и нѣкоторые органическія азотистыя соединенія, близкія къ распаденію на неорганическія вещества.

*) Этому не противорѣчить, что, несмотря на введеніе подобныхъ растеній въ сѣвооборотъ, нельзя избѣжать азотистыхъ удобрень, такъ какъ указанное дѣйствіе часто недостаточно для цѣлей культуры.

8) Въ природѣ извѣстно нѣсколько процессовъ новообразования связаннаго азота насчетъ свободнаго; важнѣйшій изъ нихъ—образованіе азотной кислоты чрезъ окисленіе азота при посредствѣ электрической искры.

9) Связанный азотъ органическихъ веществъ отчасти переходитъ при явленіяхъ горѣнія и гніенія снова въ свободный азотъ.

10) Роскошному развитію растений рѣшительно благопріятствуетъ первый переходъ 8), самое же это развитіе благопріятствуетъ второму противоположному переходу, такъ что оно можетъ считаться какъ бы регуляторомъ, не допускающимъ преобладанія одного процесса.

11) Кромѣ азота, находящагося въ почвѣ, растительный міръ располагаетъ въ природѣ еще особымъ, находящимся въ постоянномъ обращеніи источникомъ азота въ видѣ аміака и азотной кислоты атмосферныхъ осадковъ.

12) Однако изъ одного этого источника растеніе обыкновенно не въ состояніи почерпать количества азота, достаточнаго для сильной культуры.

13) Хозяинъ, доводящій сниманіемъ жатвы источникъ азота въ почвѣ до минимума, принужденъ (въ умѣренномъ поясѣ и въ цивилизованныхъ странахъ) почти безъ исключенія—подъ страхомъ уменьшенія жатвы—открывать растенію новый источникъ азота посредствомъ удобренія.

14) Принятіе азотной кислоты растеніями производится исключительно посредствомъ корней, въ видѣ цѣлаго ряда азотнокислыхъ солей, аміакъ же поглощается въ соединеніи съ сильными минеральными кислотами посредствомъ корней, и, въ соединеніи съ углекислотою, при извѣстныхъ обстоятельствахъ также листьями въ газобразномъ видѣ.

Авторъ нигдѣ не возбуждаетъ вопроса о томъ, происходитъ ли въ растеніи исключительно приготовленіе азотистыхъ органическихъ веществъ, между тѣмъ какъ разрушеніе ихъ, т. е. превращеніе въ неорганическія азотистыя соединенія, возложено исключительно на животныхъ, или же хоть небольшая часть бѣлковыхъ соединеній при извѣстныхъ обстоятельствахъ окисляется въ самомъ растеніи, служа такимъ образомъ, подобно углеводамъ, матеріаломъ для дыханія. Теоретически такое окисленіе протеиновыхъ веществъ, конечно, крайне невѣроятно,

если принять въ соображеніе образованіе ихъ изъ углеводовъ, представляющихъ для растенія несравненно болѣе дешевый горючій матеріалъ. Фактически же вопросъ сводится на выдѣленіе аміака живыми частями растеній, такъ какъ оно можетъ служить вѣрнымъ признакомъ совершающагося въ этихъ частяхъ разрушенія бѣлковыхъ веществъ. До сихъ поръ выдѣленіе аміака растеніями наблюдалось только въ двухъ случаяхъ: 1) при проростаніи сѣмянъ и 2) въ грибахъ. Относительно проростающихъ сѣмянъ существуютъ показанія *Гоузеуса* (*Landw. Centralbl.*, 1867, Т. II. р. 97), который опредѣлялъ даже количество аміака, выдѣляемаго проростающими злаками. Но къ этимъ показаніямъ нужно относиться съ большою осторожностью, въ виду отрицательныхъ результатовъ многихъ другихъ изслѣдователей, напр. *Флери* (*Ann. d. Chim. et de Phys.*, Т. VII, р. 38). *Буссено* при своихъ классическихъ опытахъ (*Comptes rendus*, Т. 58, р. 881 и 917) также не замѣчалъ потери азота при проростаніи сѣмянъ. Выдѣленіе аміака можетъ обуславливаться просто гніеніемъ сѣменныхъ оболочекъ, не принимающихъ участія въ процессѣ проростанія. Что касается грибовъ, то *Борщовъ*, на основаніи многочисленныхъ опытовъ (*Bulletin de l'Acad. Imp. de St Petersburg*, Т. XIV, 1869, р. 1), пришелъ къ тому заключенію, что выдѣленіе аміака составляетъ нормальное жизненное отправленіе самыхъ разнородныхъ представителей этого класса. Но въ послѣднее время *Вольфъ* и *Циммерманъ* (*Bot.-Zeit.* 1871), повторяя опыты *Борщова*, нашли, что при нормальномъ развитіи грибы никогда не выдѣляютъ аміака, остановка же въ развитіи часто вызываетъ выдѣленіе летучихъ аміачныхъ основаній, напр. триметиламина и т. п. представляющихъ продукты разложенія грибной ткани. Такимъ образомъ выдѣленіе аміака живыми частями растеній, а вмѣстѣ съ тѣмъ и окисленіе бѣлковыхъ веществъ въ растеніи, до сихъ поръ не доказано фактически.

Прим. И. Б.

ТРИНАДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ.

Содержаніе азота въ растеніи. — Азотистыя органическія составныя части растеній.

Сегодня мы займемся азотистыми органическими веществами растенія и въ тоже время постараемся, на сколько возможно, опредѣ-

лить ихъ отправленія, подобно тому какъ это было сдѣлано для безазотистыхъ органическихъ соединений. Изъ того, что было сказано въ 10-й лекціи, мы знаемъ уже, что изъ всѣхъ азотистыхъ органическихъ веществъ въ растеніи наиболѣе важны т. наз. протеиновые вещества, о составѣ которыхъ мы имѣемъ уже приблизительное понятіе.

Было сказано, что протоплазматическій клѣточный соетъ, въ которомъ во всѣхъ безъ исключенія случаяхъ сосредоточиваются жизненные процессы, постоянно заключаетъ протеиновые вещества *); далѣе указано было на то, что относящіеся къ той же группѣ, азотистыя органическія тѣла встрѣчаются также постоянно въ видѣ запасныхъ веществъ, на ряду съ разсмотрѣнными выше безазотистыми.

Изъ послѣдняго факта, повидимому вытекаетъ, скажемъ кстати что образованіе протеиновыхъ веществъ изъ безазотистаго органическаго вещества и азотистыхъ неорганическихъ соединений, хотя должно необходимо происходить въ каждомъ растеніи, возможно однако не во всякое время и не во всякомъ мѣстѣ растительнаго организма, иначе накопленіе протеиновыхъ веществъ вмѣстѣ съ жирами и углеводами не могло бы, очевидно, имѣть никакой пользы для растенія. Молодой, развивающійся изъ почки или сѣмени органъ, сильная потребность котораго въ бѣлковыхъ протоплазматическихъ веществахъ удовлетворяется исключительно содержимымъ хранилищъ запасныхъ веществъ, очевидно лишенъ еще способности приготавливать себѣ въ достаточномъ количествѣ протеиновые вещества изъ безазотистыхъ органическихъ и азотистыхъ неорганическихъ соединений.

Прежде всего мы поставимъ себѣ задачею ближайшее знакомство съ протеиновыми веществами, встрѣчающимися въ растеніи, съ ихъ свойствами и реакціями, подобно тому какъ это было сдѣлано прежде для тройныхъ органическихъ соединений, состоящихъ только изъ углерода, водорода и кислорода. Затѣмъ слѣдуетъ краткій обзоръ прочихъ, находимыхъ въ растеніи азотистыхъ органическихъ веществъ, которыя, впрочемъ, насколько извѣстно, не принимаютъ важнаго участія въ жизненныхъ процессахъ, совершающихся въ растительномъ организмѣ.

*) Исключенія изъ этого положенія, представляемая, можетъ быть, нѣкоторыми низшими растеніями, не установлены еще съ достаточною точностью и, во всякомъ случаѣ, не распространяются на высшія зеленныя растенія.

Разсмотрѣнію протеиновыхъ веществъ мы должны предпослать замѣчаніе, что, говоря о составѣ ихъ, мы встрѣтимъ, кромѣ четырехъ уже извѣстныхъ намъ элементовъ, еще два другихъ. Уже изъ этого легко заключить, что и другія вещества (сверхъ уже разсмотрѣнныхъ) окажутся совершенно необходимыми для питанія растенія. Но этотъ побочный результатъ мы пока оставимъ въ сторонѣ, чтобы въ слѣдующей лекціи, посредствомъ припоровленного для этой цѣли способа, сразу обнаружить потребность растеній въ цѣломъ рядѣ веществъ, оставленныхъ до сихъ поръ безъ вниманія.

Говоря о происхожденіи протеиновыхъ веществъ, мы уже указали выше на ихъ сравнительную бѣдность кислородомъ, заставлявшую разсматривать ихъ образованіе (съ одной стороны на счетъ углеводовъ) какъ процессъ расщепленія, сопровождаемый отдѣленіемъ углекислоты и ставившую протеиновые вещества въ сосѣдствѣ съ жирами. Совершенно тоже оказывается изъ того мѣста, какое слѣдуетъ отвести протеиновымъ веществамъ на изъясненной выше таблицѣ I, если при избраніи его руководствоваться только относительнымъ содержаніемъ въ нихъ углерода, водорода и кислорода, пренебрегая совершенно содержаніемъ азота. Это мѣсто обозначено на таблицѣ «протеинъ—N» *). Однако можно усомниться, дѣйствительно ли это мѣсто соотвѣтствуетъ означенному веществу, такъ какъ соединенія, состоящія изъ 4 элементовъ, разумѣется, невозможно размѣстить на плоскости въ указанномъ выше смыслѣ, и потому обозначено мѣсто, занимаемое протеиновыми веществами, если выдѣлить азотъ ввидѣ мочевины, что отвѣчаетъ значенію этихъ веществъ какъ дыхательныхъ средствъ въ тѣлѣ животнаго. Это мѣсто, обозначенное «протеинъ—мочевина», еще указываетъ яснѣе на близость протеиновыхъ веществъ къ жирамъ по относительному содержанію въ нихъ углерода, водорода и кислорода.

Обращаясь къ ближайшему разсмотрѣнію состава и свойствъ т. наз. протеиновыхъ веществъ, мы можемъ тотчасъ же предпринять раздѣленіе ихъ на двѣ группы, раздѣленіе, не только очевидное съ фیزیологической точки зрѣнія, но и оправдываемое химическими соображеніями, — на находящіяся въ протоплазмѣ, если можно такъ выразиться, непосредственно функціонирующія протеиновые веще-

*) Въ основу протеиновыхъ веществъ принята при этомъ положеніи формула Либеркюна $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$ (которая можетъ считаться приблизительно вѣрною и для прочихъ протеиновыхъ веществъ), съ пренебреженіемъ серы.

ства и на вещества, въ данное время покоющіяся, отложенныя въ нерастворимомъ видѣ.

Но прежде надо замѣтить, что протениныя вещества *) обѣихъ группъ и самыхъ различныхъ свойствъ, точно также какъ и углеводы, имѣютъ почти совершенно одинаковый составъ; это видно уже изъ того, что на таблицѣ мы обозначили для всѣхъ за разъ мѣсто, занимаемое ими по относительному содержанію углерода, водорода и кислорода.

Дальнѣйшія общія свойства всѣхъ встрѣчающихся въ растеніяхъ протениновыхъ веществъ, распространяющіяся и на протениныя вещества животнаго тѣла, состоятъ въ слѣдующемъ. Всѣ они въ чистомъ видѣ безцвѣтны, не имѣютъ ни запаха, ни вкуса, лишены способности кристаллизоваться, а встрѣчаются, если не принадлежатъ органической ткани, въ совершенно аморфномъ видѣ, сами по себѣ не летучи, но при высокой температурѣ разлагаются, распространяя запахъ «жженого рога». Водные растворы протениновыхъ веществъ, которые могутъ быть получены для нѣкоторыхъ изъ нихъ, болѣею частью осаждаются спиртомъ и минеральными кислотами. Будучи обработаны сахаромъ и сѣрною кислотой, протениныя вещества окрашиваются въ пурпуровокрасный цвѣтъ; подобное же окрашиваніе производится азотнокислою окисью ртути, содержащею азотистую кислоту, въ теплѣ. Желтый цвѣтъ они получаютъ отъ тинктуры іода и отъ крѣпкой азотной кислоты **). Всѣ эти характерныя реакціи позволяютъ съ достовѣрностью открывать протениныя вещества въ различныхъ органахъ растеній подъ микроскопомъ ***).

*) Происхожденіе слова «протениныя вещества» общезвѣстно. *Мульдеръ*, на основаніи своихъ изслѣдованій (ср. *Ann. d. Chem. u. Pharm.* В. 28 р. 81) пробовалъ привести всѣ эти соединенія, называемыя иначе бѣлковыми веществами, къ одному тѣлу, не заключающему сѣры и фосфора, которое онъ называлъ, вслѣдствіе его первостепенной важности, протениномъ. Попытка эта должна правда считаться совершенно неудачною (ср. *Либихъ*: *Ann. d. Chem. u. Pharm.* В. 57, р. 133 и *Лясковскій*, тамъ же, В. 58 р. 129); несмотря на то, названіе это вошло во всеобщее употребленіе, и вооружаться противъ него наврядъ ли было разумно.

**) Последнее, какъ извѣстно, часто наблюдается на пальцахъ химиковъ, вслѣдствіе производства невольныхъ реакцій.

***). Самая надежная изъ микрохимическихъ реакцій, служащихъ для открытія протениновыхъ веществъ, есть дѣйствіе мѣднаго купороса и ѣдкаго кали. Разрѣзъ погружается на нѣсколько минутъ въ крѣпкій растворъ мѣднаго купороса, потомъ быстро обмывается водою и подвергается дѣйствію ѣдкаго кали: тотчасъ же или послѣ нагреванія протоплазма окрашивается въ фіолетовый цвѣтъ.

Примѣч. И. Б.

Что касается физиологическаго значенія всей группы протеиновыхъ веществъ, то слѣдуетъ обратить вниманіе на ихъ однородность въ качествѣ питательныхъ веществъ для животнаго тѣла, соображаясь, разумѣется, съ ихъ удобоваримостью.

Въ соприкосновеніи съ водою протеиновыя вещества легко гниютъ. Гніеніе это, повидимому, обуславливается отчасти такъ наз. произвольнымъ разложеніемъ, отчасти же измѣненіями, производимыми низшими организмами.

Познакомившись съ общими признаками протеиновыхъ веществъ, обратимся къ свойствамъ соединеній, относящихся къ двумъ указаннымъ выше группамъ.

Протеиновыя тѣла жизнеспособной протоплазмы могутъ считаться тождественными съ *растительнымъ альбуминомъ* или *растительною бѣлковиною*. Последняя находится слѣд. въ растеніи въ растворенномъ или, по крайней мѣрѣ, въ полужидкомъ видѣ (если не считать растворомъ болѣе или менѣе зернистое состояніе протоплазмы). Отсюда ясно, какое важное отпращиваніе выпадаетъ на долю бѣлковины; составляющей существеннѣйшую часть протоплазматическаго клѣточного сока. Нечего и прибавлять, что химическое изслѣдованіе этой растительной бѣлковины не въ состояніи было до сихъ поръ разъяснить причину этой способности къ столь замѣчательной роли.

Свойства растительной бѣлковины весьма сходны съ свойствами животной. Она растворима въ водѣ и осаждается изъ нея при нагреваніи до 55°—75°С въ видѣ свертка, подобно тому какъ это извѣстно и для животной бѣлковины, напр. для бѣлка куриныхъ яицъ. Пепсинъ не имѣетъ способности осаждать ее.

Составъ растительной бѣлковины и по новымъ, очень точнымъ изслѣдованіямъ оказался, при полученіи изъ различныхъ растений, нѣсколько различнымъ, хотя результаты настолько согласны между собою, что есть основаніе надѣяться—въ пользу чего говоритъ и тождественность реакцій бѣлковины различнаго происхожденія, — что въ различныхъ случаяхъ мы имѣемъ дѣло съ однимъ и тѣмъ же химическимъ тѣломъ.

Найдено было:

C	H	N	O	S
53,1—54,7%	7,1—7,8%	15,6—15,9%	22,1—22,5%	0,8—1,0%

Сравнивая этотъ составъ съ составомъ животной бѣлковины, напр. бѣлковины кровяной сыворотки:

C	H	N	O	S
53,0%	7,1%	15,6%	22,9%	1,1%,

мы найдемъ во всякомъ случаѣ замѣчательное согласіе между полученными числами; несмотря на то тождество обоихъ веществъ болѣе нежели сомнительно. А именно для животной бѣлковины характерно, повидимому, небольшое содержаніе фосфора (0,3 — 0,4%), чего для растительной бѣлковины не принимается. Въ новѣйшее время допускается также существованіе нѣсколькихъ животныхъ бѣлковинъ, разнящихся по содержанію серы.

Вычислить сколько нибудь точную формулу для бѣлковины (какъ и для всѣхъ протеиновыхъ веществъ) еще не удалось, такъ какъ различія въ полученныхъ числахъ дѣлаютъ еще невозможнымъ выборъ числа атомовъ. При большихъ числахъ, съ которыми мы имѣемъ дѣло въ формулахъ столь высокаго молекулярнаго вѣса, какимъ, безъ сомнѣнія, обладаютъ протеиновые вещества, разумѣется небольшая сравнительно ошибка въ опредѣленіи влечетъ за собою несравненно большую неточность въ установленіи формулы, нежели при соединеніяхъ съ небольшимъ числомъ атомовъ. При такихъ обстоятельствахъ, понятно, еще менѣе можетъ быть рѣчи объ опредѣленіи *химическаго строенія* протеиновыхъ веществъ вообще и растительной бѣлковины въ частности. Дѣйствительно, относительно этого строенія неизвѣстно ничего, и уже въ силу этого одного можно будетъ еще долго сомнѣваться въ возможности искусственнаго синтеза этихъ веществъ.

Относительно распространенія растительной бѣлковины достаточно будетъ замѣтить, что оно вытекаетъ изъ сказаннаго выше касательно нахожденія протоплазмы въ растеніи. Мы сказали тогда, что во всѣхъ клѣточкахъ, обнаруживающихъ еще оживленныя жизненныя явленія, именно новообразованія, находится богатая бѣлковиною протоплазма. Слѣдовательно бѣлковину мы должны искать преимущественно въ тѣхъ же частяхъ растенія, въ которыхъ происходитъ оживленное дыханіе.

Въ старыхъ тканяхъ, потерявшихъ способность производить изъ себя новыя клѣточки, находится мало протоплазмы, или даже вовсе нѣтъ ея; вмѣстѣ съ тѣмъ исчезла, конечно, и растительная бѣлковина.

Относительно роли растворимой бѣлковины въ растеніи можно вывести изъ всего сказаннаго, что бѣлковина занимаетъ между азотистыми органическими составными частями совершенно такое же мѣсто, какъ глюкоза между безазотистыми органическими веществами растенія. Обѣ представляютъ *физиологически дѣятельную и циркулирующую форму* двухъ группъ веществъ, члены которыхъ онѣ представляютъ, между тѣмъ какъ покоющееся состояніе въ хранилищахъ запасныхъ веществъ, какъ мы тотчасъ увидимъ и для протениновыхъ веществъ, является въ другой совершенно формѣ. Мы будемъ еще имѣть случай прослѣдить эту параллель дальше.

Между тѣмъ какъ группа растворенныхъ въ растеніи протениновыхъ веществъ, насколько извѣстно, образуется только однимъ веществомъ, описаннымъ выше подъ именемъ бѣлковины, другая группа протениновыхъ веществъ, отложенныхъ въ нерастворимомъ видѣ, въ состояніи покоя, заключаетъ цѣлый рядъ отдѣльныхъ соединений съ замѣтно различными свойствами, точно также какъ, въ противоположность циркулирующей глюкозѣ, между безазотистыми тѣлами мы нашли цѣлый рядъ покоящихся безазотистыхъ запасныхъ веществъ, какъ инулинъ, крахмалъ, тростниковый сахаръ, жиры и проч.

Если, напр., подвергнуть ближайшему изслѣдованію протениновыя вещества пшеничнаго зерна или зерна какого нибудь другаго злака, то легко удастся отдѣлить другъ отъ друга нѣсколько веществъ съ совершенно различными свойствами, которыя однако всѣ представляютъ протениновыя вещества. Такъ наз. клейковина, считавшаяся прежде за химическое недѣлимое и получаемое какъ извѣстно, мѣскою муки съ водою (до удаленія крахмала), можетъ быть разложена по крайней мѣрѣ на четыре различныхъ вещества, которыя всѣ представляютъ вещества протениновыя или чрезвычайно близки къ нимъ.

Мы можемъ остановиться на этомъ примѣрѣ и рассмотреть въ кратцѣ одно за другимъ различныя вещества, получаемыя изъ клейковины какого нибудь хлѣбнаго растенія.

Пара-казеинъ *) (Ритгаузенъ), нерастворимъ въ спиртѣ и на этомъ свойствѣ, отличающемъ его отъ прочихъ, описанныхъ дальше веществъ, основано полученіе въ чистомъ видѣ этого протениноваго вещества клейковины. Точно также онъ совершенно нерастворимъ въ холодной и горячей водѣ, напротивъ, легко растворяется безъ измѣненія въ слабомъ растворѣ ѣдкаго кали или натра.

*) Ритгаузенъ называетъ его также глутинъ-казеиномъ.

Составъ пара-казеина *) оказался слѣдующій:

C	H	N	O	S
51,0—51,2%	6,7%	16,0—16,1%	25,1—25,4%	0,8—1,0%

слѣд. замѣтно богаче кислородомъ, бѣднѣе углеродомъ и водородомъ, нежели бѣлковина.

Другое вещество, содержащееся въ клейковинѣ, есть *растительный фибринъ* **). Въ горячемъ слабомъ спиртѣ онъ растворяется довольно легко и дробнымъ осажденіемъ отдѣляется съ одной стороны отъ нерастворимаго пара-казеина, съ другой—отъ прочихъ, заключенныхъ въ клейковинѣ, легко растворимыхъ протениновыхъ веществъ. Въ абсолютномъ спиртѣ растительный фибринъ нерастворимъ, точно также въ холодной и горячей водѣ; растворяется, напротивъ, подобно пара-казеину, въ слабыхъ щелочныхъ жидкостяхъ и, сверхъ того, въ слабой уксусной кислотѣ.

Растительный фибринъ имѣетъ составъ ***):

C	H	N	O	S
54,3%	7,2%	16,9%	20,6%	1,0%

слѣд. бѣднѣе кислородомъ и богаче азотомъ, нежели два предъидущія протениновыя вещества. Въ послѣднее время это вещество уже не считается тождественнымъ съ животнымъ фибриномъ ****), такъ какъ для этого дѣйствительно нѣтъ достаточныхъ основаній.

Третью составную часть клейковины образуетъ такъ наз. *муцинъ* †). Онъ растворимъ въ спиртѣ еще легче фибрина и осаждается только крѣпкимъ спиртомъ. Онъ именно довольно легко растворимъ и въ холодномъ слабомъ спиртѣ, тогда какъ фибринъ при охлажденіи осаждается изъ спиртоваго раствора. Въ слабыхъ кислотахъ и щелочахъ муцинъ легко растворимъ. Въ холодной водѣ, а еще болѣе въ горячей, онъ, не растворяясь настоящимъ образомъ, распускается въ слизистую жидкость, изъ которой плавающія частички муцина осаждаются лишь послѣ долгаго стоянія.

*) Jahresber. f. Chem. V. 17 p. 626 и 19 p. 716.

**) Ритгаузенъ называетъ его также глутинъ-фибриномъ.

***) Jahresber. f. Chem. 17 p. 627.

****) Ср. впрочемъ Либиха: Die organ. Chem. in ihr. Anw. auf Phys. etc. 1842 p. 49.

†) Муцединъ (Ритгаузенъ).

Составъ муцина *) оказался:

C	H	N	O	S
53,6—54,1%	6,8—6,9%	16,6—16,8%	21,3—21,5%	0,5—0,9%

Онъ слѣд. стоитъ между растительнымъ фибриномъ и бѣлковиною.

Наконецъ изъ клейковины выдѣлено было еще четвертое вещество, — *растительный клей* **). Это вещество растворяется въ спиртѣ легче всѣхъ предыдущихъ, даже въ очень крѣпкомъ, и на основаніи этого свойства отдѣляется отъ трехъ прочихъ тѣлъ.

Свойства растительнаго клея вполне аналогичны свойствамъ животнаго клея. Въ холодной водѣ онъ почти не растворимъ, въ горячей же растворяется легко.

Составъ его ***), взявъ среднее изъ нѣсколькихъ анализовъ:

C	H	N	O	S
52,6%	7,0%	18,1%	20,5%	0,85%,

слѣд. гораздо богаче азотомъ, сравнительно съ прочими протеиновыми веществами. Въ животномъ клѣѣ найдено было приблизительно столько же, именно 18,3% азота. При смачиваніи растительнаго клея водою, отчего онъ разбухаетъ подобно животному, также распространяется характерный для послѣдняго запахъ.

Клей, какъ животный, такъ и растительный, разсматривается обыкновенно въ видѣ придатка къ протеиновымъ веществамъ, что, вѣроятно, слѣдуетъ приписать главнымъ образомъ его нѣсколько иному отношенію въ качествѣ питательнаго вещества высшихъ животныхъ. Долгое время за нимъ не признавали рѣшительно никакой питательности ****), да и теперь, хотя пришлось допустить, что клеевидныя вещества при извѣстныхъ обстоятельствахъ могутъ замѣнять настоящія протеиновыя вещества въ ихъ отправленіяхъ, все же этимъ различнымъ веществамъ приписывается неодинаковое значеніе, въ томъ отношеніи, что изъ первыхъ будто бы можетъ образоваться только запасная или «циркулирующая бѣлковина» (какъ ее называютъ въ послѣднее время), но не «органическая бѣлковина» животнаго тѣла †)

Въ этомъ особомъ отношеніи клеевидныхъ веществъ въ питаніи животнаго слѣдуетъ, конечно, искать главной причины того, что ихъ

*) Jahresber. f. Chem. В. 17 p. 626 и 19 p. 716.

**) Глѣальдинъ (Ритгаузенъ).

***) Jahresber. f. Chem. 16 p. 618.

****) Ср. Либиха: 1. с. 99.

†) Ср. изслѣдованія К. Войта: Zeitschrift für Biologie.

не причисляютъ совершенно строго къ протеиновымъ веществамъ, ибо по составу своему они разнятся отъ настоящихъ протеиновыхъ веществъ не больше, чѣмъ послѣднія между собою, хотя содержаніе азота въ животномъ и растительномъ клѣй достигаетъ максимума, котораго не представляютъ настоящіе протеиновые вещества (въ тѣсномъ смыслѣ слова); да и различіе въ реакціяхъ — клѣй даетъ упомянутое красное окрашиваніе отъ азотнокислой окиси ртути, содержащей азотистую кислоту, а также окрашиваніе отъ сахара и сѣрной кислоты, лишь весьма слабо — не довольно глубоко, чтобы допустить на этомъ основаніи раздѣленіе.

Что касается роли растительнаго клѣя въ растительномъ организмѣ, то нѣтъ показаній, которыя бы доказывали, что она отлична отъ роли прочихъ протеиновыхъ веществъ. Нѣтъ никакихъ фактовъ, которые указывали бы на то, что заключающійся въ клѣйковинѣ, рядомъ съ фибриномъ, пара-казеиномъ и муциномъ, клѣй не могъ бы во время превращенія этихъ запасныхъ веществъ въ протоплазматическую бѣлковину при прорастаніи сѣмени, потребляться точно такимъ же образомъ; хотя мы и должны сознаться, что для формулированія окончательнаго сужденія относительно этого предмета существуетъ еще слишкомъ мало фактовъ, однако предполагать противоположное было бы въ настоящее время совершенно неосновательно.

Кромѣ протеиновыхъ веществъ, заключающихся въ клѣйковинѣ хлѣбныхъ зеренъ, въ растеніяхъ встрѣчается по крайней мѣрѣ еще одно, которое также слѣдуетъ считать запаснымъ веществомъ. Оно по своимъ свойствамъ приближается всего болѣе къ пара-казеину, но отличается отъ него по нѣкоторымъ реакціямъ.

Это *легуминъ*, называвшійся также *растительнымъ казеиномъ*, въ то время когда *Либихъ*, съ цѣлью установить новое ученіе о питаніи животныхъ, старался сдѣлать вѣроятнымъ полную тождественность растительныхъ и животныхъ бѣлковыхъ веществъ.

Легуминъ еще не былъ подвергнутъ такой точной обработкѣ, какъ протеиновые вещества клѣйковины, а потому и показанія относительно его элементарнаго состава разнятся здѣсь гораздо сильнѣе, чѣмъ для прочихъ веществъ.

Различные анализы дали, смотря по способу приготовленія анализируемаго вещества:

C	H	N	O	S
50,5—54,0%	6,6—7,4%	15,8—18,5%	22,2—25,1%	0,5—0,8%

Разность въ числахъ столь значительна, что, можетъ быть, слѣдуетъ

предполагать, что, подъ общимъ именемъ легумина, анализировались различныя протейновыя вещества.

Легуминъ, какъ показываетъ самое названіе, есть главное протейновое вещество бобовыхъ (*Leguminosae*); именно въ горохѣ, бобахъ и чечевицѣ онъ находится въ большомъ количествѣ, образуя здѣсь во всякомъ случаѣ главную массу отложенныхъ тамъ запасныхъ протейновыхъ веществъ. Впрочемъ, тоже вещество удастся извлечь и изъ частей другихъ растений, какъ напр. изъ косточекъ плодовъ, изъ миндаля и проч.; однако болѣе точныя изслѣдованія должны рѣшить, имѣемъ ли мы во всѣхъ этихъ случаяхъ дѣйствительно дѣло съ однимъ и тѣмъ же химическимъ соединеніемъ.

Легуминъ растворимъ въ водѣ, подобно животному казеину, и добывается, напр., изъ стручковыхъ плодовъ размачиваніемъ ихъ въ теплой водѣ, и нѣкоторыми дальнѣйшими манипуляціями. Какъ видно изъ этого способа добыванія, легуминъ не свертывается отъ жара, теплый растворъ его, наподобіе молока, видѣляетъ только на поверхности жидкости пленку. Отъ прибавленія же уксусной кислоты, равно какъ и спирта, по показанію Дюма и Кагура также отъ сычуга, водный растворъ легумина свертывается.

Есть цѣлый рядъ показаній—о чемъ необходимо упомянуть—показаній, до сихъ поръ опущенныхъ нами, по которымъ различныя протейновыя вещества заключаютъ еще нѣкоторые элементы кромѣ указанныхъ пяти. Такъ для многихъ изъ нихъ, какъ напр. для легумина, считается характернымъ содержаніе *фосфора* (1,0%), нѣкоторые другія должны, повидимому, необходимо заключать извѣстныя составныя части золы *), для того чтобы сохранять характерныя свои свойства. Но мы опускаемъ эти факты, такъ какъ для растительныхъ протейновыхъ веществъ они собраны еще недостаточно тщательно и произвели бы окончательную путаницу.

Другихъ протейновыхъ веществъ, кромѣ уже описанныхъ, въ растеніи до сихъ поръ не найдено, поэтому къ группѣ физиологически недѣятельныхъ протейновыхъ веществъ мы должны отнести только пять слѣдующихъ: легуминъ, близкій къ нему пара-казеинъ, затѣмъ растительный фибринъ, муцинъ и растительный клей.

Для возобновленія въ памяти отношенія этихъ различныхъ веществъ

*) Для приготовляемаго изъ животной бѣлковой кали-альбумината, тождественнаго съ казеиномъ молока, это доказано положительно. Ср. В. Кюне: *Physiol. Chem.* p. 175 и 176.

а также растительной бѣлковины, къ наиболѣе обыкновеннымъ раство-
ряющимъ и осаждающимъ средствамъ, послужить прилагаемая та-
бличка, въ которой наглядно сопоставлены всѣ эти реакціи:

	Вода.		Спиртъ.		Слабое ѣдкое кали.	Слабая уксусная кислота.	Пепсинъ.
	холодн.	горяч.	водный.	крѣпкій.			
Альбуминъ . . .	раств.	свертыв.	нераств.	нераств.	раств.	раств.	не осажд.
Легуминъ . . .	раств.	раств.	нераств.	нераств.	раств.	осажд.	осажд.
Пара-Казеинъ	нераств.	нераств.	нераств.	нераств.	раств.	раств.	неизв.
Фибринъ . . .	нераств.	нераств.	тр. раст.	нераств.	раств.	раств.	»
Муцинъ . . .	распущ. въ слиз. жидк.	распущ. въ слиз. жидк.	раств.	нераств.	раств.	раств.	»
Клей	разбух.	раств.	раств.	раств.	раств.	раств.	»

Уже изъ прежнихъ показаній ясно, что эти реакціи, по которымъ отличаются между собою различныя протенновыя тѣла, не настолько рѣзки, чтобы на основаніи ихъ можно было однократною операціею вполне раздѣлить эти вещества тамъ, гдѣ они въ растеніи встрѣчаются въ смѣси другъ съ другомъ. Вслѣдствіе незначительной рѣзкости этихъ методовъ отдѣленія, въ настоящее время совершенно невозможно опредѣлить въ какой либо части растенія содержаніе отдѣльныхъ протейновыхъ веществъ; за томъ же основаніи становится невозможнымъ и количественное отдѣленіе протейновыхъ веществъ отъ прочихъ органическихъ соединеній.

Несмотря на то, въ анализахъ растений и отдѣльныхъ частей растений (кормовыхъ средствъ и т. п.) постоянно указывается содержаніе протейновыхъ веществъ; необходимо поэтому указать путь, какимъ подобныя показанія добываются. Путь этотъ становится возможнымъ только вслѣдствіе того, что въ растеніяхъ другія азотистыя вещества, кромѣ протейновыхъ, встрѣчаются лишь въ ничтожномъ количествѣ. Мы увидимъ далѣе, что есть еще развѣ нѣсколько, стоящихъ упоминанія группъ азотистыхъ органическихъ веществъ, встрѣчающихся въ растительномъ организмѣ съ извѣстнымъ постоянствомъ; а произведенные нарочно съ этою цѣлью анализы по-

казываютъ съ другой стороны, что неорганическія азотистыя вещества, аміакъ и азотная кислота *), по вступленіи своемъ въ растеніе, повидимому такъ быстро перерабатываются въ азотистыя органическія — или, какъ мы можемъ сказать теперь, протеиновыя — вещества, что въ растительномъ организмѣ существуетъ лишь очень незначительное и, сравнительно съ содержаніемъ послѣднихъ, почти **) совершенно ничтожное количество азота, которое не могло бы быть отнесено на счетъ этихъ протеиновыхъ веществъ.

Далѣе мы замѣтили уже прежде, что различныя протеиновыя вещества заключаютъ почти одинаковое количество азота, которое колеблется лишь между 15,6—18,5%. Такимъ образомъ возможно приблизительно точно опредѣлить содержаніе протеиновыхъ веществъ въ извѣстной части растенія чрезъ простое опредѣленіе количества азота; это и есть тотъ способъ, которымъ исключительно можно пользоваться и въ дѣйствительности до сихъ поръ и пользовались для опредѣленія этихъ важныхъ веществъ; — на основаніи вышесказаннаго, до сихъ поръ не предвидится возможности замѣнять этотъ способъ другимъ, болѣе точнымъ.

Содержаніе азота въ различныхъ протеиновыхъ веществахъ принималось при этомъ равнымъ 16% и при такомъ предположеніи число, выражающее количество найденнаго азота, умножалось на 6,25 для полученія количества протеиновыхъ веществъ. Но такъ какъ новѣйшія изслѣдованія даютъ намъ право принимать, что среднее содержаніе азота въ веществахъ, о которыхъ идетъ рѣчь, нѣсколько больше, — можетъ быть, всего вѣрнѣе принять его = 17%, — то указанный множитель долженъ будетъ современемъ подвергнуться измѣненію, для котораго, впрочемъ, изъ практическихъ соображеній необходимо общее соглашеніе. Всего вѣрнѣе было бы принять его (соответственно 17%) = 5,88, если не рѣшится на выборъ различныхъ множителей ***) для различныхъ частей растенія, смотря по тому, слѣдуетъ ли предположить въ нихъ преимущественно растворимую

*) Фрюлингъ и Грувенъ: Landw. Versuchsst. B. VIII. p. 471. B. IX. p. 9 и 150.

**) Содержаніе азотной кислоты въ листьяхъ свеклы, въ картофельной ботвѣ, въ кукурузѣ и ячменѣ въ извѣстные періоды, правда, нельзя считать ничтожнымъ. Ср. тамъ же B. IX. p. 153.

***) Для практики кормовой химіи пока, конечно, нельзя было бы одобрить такой попытки, такъ какъ фізіологическая однородность различныхъ веществъ обуславливается, можетъ быть, одинаковымъ содержаніемъ азота.

бѣлковину, или растительный клей, или какое либо другое протенновое вещество.

Въ недостаточно еще разъясненномъ отношеніи къ настоящимъ протенновымъ веществамъ находятся нѣкоторыя развивающіяся изъ нихъ въ извѣстное время азотистыя органическія вещества мало изслѣдованнаго состава, которыя имѣютъ свойства такъ называемыхъ ферментовъ, т. е. обладаютъ способностью вызывать химическія измѣненія другихъ веществъ, не принимая значительнаго непосредственнаго участія въ этихъ реакціяхъ. Я сообщу здѣсь вкратцѣ все, что извѣстно существеннаго касательно этихъ веществъ и ихъ отправления въ растеніи.

Одно изъ нихъ:

Эмульсинъ, или *синтазъ*, часто относятъ еще къ протенновымъ веществамъ *), хотя по имѣющимся анализамъ онъ представляетъ совершенно отличный отъ послѣднихъ составъ (42,9% углерода 11,5% азота). Это вещество находится въ миндаляхъ, извлекается изъ нихъ водою и осаждается спиртомъ; оно имѣетъ характерное свойство побуждать цѣлый рядъ глюкозидовъ, какъ напр. амигдалинъ, салицинъ къ тому своеобразному распаденію, на которое способны эти вещества (см. стр. 173). Амигдалинъ при этомъ процессѣ распадается на масло горькихъ миндалей, синильную кислоту и сахаръ, а салицинъ на салигенинъ и сахаръ. Но эмульсинъ теряетъ эту способность при нагреваніи до точки кипѣнія—свойство, общее всѣмъ подобнымъ химическимъ ферментамъ.

Вѣроятно, эмульсинъ, благодаря этому ферментному дѣйствию, имѣетъ важное физиологическое значеніе при прорастаніи миндалей и другихъ подобныхъ имъ сѣмянъ, такъ какъ амигдалинъ выдѣленіемъ сахара снабжаетъ молодой ростокъ органическою пищею. Эта возможность, существующая, повидному, для глюкозидовъ, частью своего вещества вступать снова въ качествѣ годнаго члена въ обменъ веществъ преимущественно и имѣлась въ виду при сдѣланномъ выше замѣчаніи **), что эти соединенія не слѣдуетъ считать потерянными для дальнѣйшаго развитія растенія, но что, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, ихъ слѣдуетъ разсматривать какъ вещества запасныя.

Но еще важнѣе во всякомъ случаѣ *діастазъ*, который, впрочемъ,

*) Ср. Лимприхтъ: Org. Chem. 1862 p. 1255.

**) См. девятую лекцію.

къ сожалѣнію, въ химическомъ отношеніи изслѣдованъ еще менѣе предъидущаго тѣла. Онъ образуется преимущественно при прорастаніи хлѣбныхъ зеренъ, въ наибольшемъ количествѣ — въ прорастающемъ ячменѣ. Если такъ наз. солодъ, представляющій ничто иное какъ проросшій ячмень, обработать водою и концентрированную вытяжку осадить крѣпкимъ спиртомъ, т. е. поступить также какъ и при добываніи эмульсина, то получается легко растворимое въ водѣ тѣло, обладающее съ виду малохарактерными свойствами, но имѣющее замѣчательную способность даже въ очень незначительныхъ количествахъ и, повидимому, нисколько само не измѣняясь при этомъ, превращать *) крахмалъ въ сахаръ (глюкозу), слѣдов. производить, подобно эмульсину при дѣйствіи его на глюкозиды, прибавленіе воды и тѣмъ вызывать переходъ веществъ изъ состоянія покоя въ пластическую массу глюкозы. И эта способность, принадлежащая еще неизвѣстному химически, но во всякомъ случаѣ азотистому діастазу, образуемому при прорастаніи изъ какого либо протеннаго вещества клейковины, хотя и возможна еще при довольно высокой температурѣ (75°C), при которой даже обнаруживается, повидимому, съ особенною силою, дальнѣйшимъ нагрѣваніемъ до точки кипѣнія уничтожается навсегда.

Въ виду этой, вполне доказанной и въ высокой степени свойственной діастазу способности внѣ растительнаго организма превращать крахмалъ въ сахаръ, мы неминуемо должны приписать этому веществу ту же способность и внутри организма, а потому мы можемъ принять, что на діастазъ возложено важное физиологическое отправленіе отчасти *переводить органическія запасныя вещества въ ту форму, въ которой они растворимы въ протоплазмѣ и въ видѣ которой они прямо потребляются на новообразованія, отложеніе*

*) Нельзя не приписать излишней страсти къ обобщеніямъ, свойственной новѣйшему времени, сведенія всѣхъ ферментобразныхъ дѣйствій къ дѣятельности низшихъ организмовъ, обобщеніе, жертвою котораго сдѣлалось недавно и замѣчательное превращеніе, вызываемое діастазомъ (ср. E. Hallier: Gährungserscheinungen. 1867 p. 28 и слѣд.). Съ подобными заключеніями, при несвоевременномъ употребленіи дедуктивнаго метода, мы выпадемъ въ ту же ошибку, которая раньше, съ легкой руки Либиха, привела къ противоположному обобщенію (ср. Либиха: De org. Chem. in ihr. Anw. auf Agrik. etc. 1840 p. 199—845). Я уже имѣлъ однажды случай указывать на опасность, протекающую отъ подобной страсти къ обобщеніямъ, которая въ этой области положительно пошла въ моду (ср. Zeitschr. f. Biologie. B. V. p. 318).

клеточной оболочки и т. д. Правда, до сихъ поръ только для сравнительно немногихъ сѣмянъ (слѣд. для сравнительно немногихъ хранящихся запасныхъ веществъ, гдѣ послѣднія готовы выйти изъ состоянія покоя) удалось доказать присутствіе подобныхъ веществъ, но, можетъ быть, это зависить исключительно оттого, что ихъ искали не довольно ревностно. Вспомнимъ, что даже поверхностнымъ знакомствомъ съ діастазомъ мы обязаны исключительно тому обстоятельству, что вызываемый имъ процессъ уже давно получилъ приложеніе въ технику. Поэтому весьма вѣроятно, что рано или поздно будутъ открыты въ растенияхъ еще другія точно также дѣйствующія ферментобразныя вещества *) **), или что извѣстныя до сихъ поръ подобныя вещества окажутся несравненно болѣе распространенными, чѣмъ мы теперь ожидаемъ.

Всѣ эти ферментобразныя вещества находятся, какъ уже сказано, въ самомъ тѣсномъ отношеніи къ протеиновымъ веществамъ, даже составнымъ частямъ клейковины, измѣненнымъ только гніеніемъ ***), приписываются совершенно такія же дѣйствія какъ и діастазу, слѣд. не одно только характерное содержаніе азота въ ферментныхъ тѣлахъ указываетъ на ихъ происхожденіе изъ протеиновыхъ веществъ.

Больше интереснаго относительно этихъ замѣчательныхъ веществъ сообщить нечего. Еще вещество, хотя и не обладающее, повидимому, свойствами фермента, но находящееся, какъ кажется, въ подобномъ же генетическомъ отношеніи къ протеиновымъ веществамъ, есть *аспаразинъ*, химическое строеніе котораго хорошо извѣстно: его называютъ въ химіи маламидомъ, т. е. амидомъ яблочной кислоты $C^4H^3O^3 \left\{ \begin{matrix} N^2 + H^2O \\ H^1 \end{matrix} \right.$. Это вещество встрѣчается въ молодыхъ побѣгахъ

*) Здѣсь слѣдуетъ еще упомянуть о мало еще изслѣдованномъ мирозинѣ, встрѣчающемся въ сѣменахъ бѣлой горчицы; см. Лимприхта: Org. Chem. 1862 p. 447 и 1256.

**) Если ферментобразное свойство вещества и способность его разлагать перекись водорода идутъ, какъ принимаетъ Шенбейнъ, всегда рука объ руку, то ферментобразныя вещества содержатся въ каждомъ, до сихъ поръ изслѣдованномъ въ этомъ отношеніи сѣмени, точно также они постоянно находятся въ грибахъ (и въ пивныхъ дрожжахъ) и въ водоросляхъ (ср. Шенбейна: Zeitschr. f. Biologie. B. IV, p. 369; при всѣхъ обстоятельствахъ специфическія свойства ихъ уничтожаются нагреваніемъ до точки кипѣнія. Касательно этого предмета ср. также: Schaer: Das Wasserstoffsperoxyd. etc. 1869. p. 36—38 и p. 43—54.

***) Ср. Лимприхта: Org. Chem. 1862. p. 591.

спаржи, въ листьяхъ и стебляхъ вики, но по прошествіи нѣкотораго времени исчезаетъ. Отправленія его совершенно неизвѣстны.

Затѣмъ остается разсмотрѣть лишь очень небольшое число азотистыхъ органическихъ веществъ, играющихъ какую либо роль въ растительномъ организмѣ.

Есть нѣсколько азотистыхъ горькихъ и красящихъ веществъ, которыя, какъ уже было сказано, встрѣчаются тамъ и сямъ въ растеніяхъ. Отчасти эти вещества оказались глюкозидами; они отличаются отъ безазотистыхъ глюкозидовъ только тѣмъ, что продуктъ распада, получающійся изъ нихъ рядомъ съ сахаромъ (глюкозою), есть азотистое тѣло; для другихъ есть основаніе предполагать, что въ послѣдствіи и они окажутся глюкозидами.

Тѣ изъ этихъ тѣлъ, которыя, распадаясь, даютъ сахаръ, слѣдов. представляютъ настоящіе глюкозиды, очевидно, играютъ такую же роль, какъ безазотистыя запасныя вещества. Для амигдалина по крайней мѣрѣ такое отправленіе весьма вѣроятно, такъ какъ доказано медленное исчезновеніе этого вещества въ молодыхъ возрастающихъ побѣгахъ *).

Еще нѣсколько словъ о дальнѣйшей группѣ азотистыхъ веществъ, которыя въ нѣкоторыхъ растеніяхъ образуются въ большомъ количествѣ и, благодаря выдающимся своимъ свойствамъ, обратили на себя всеобщее вниманіе—это *растительные алкалоиды* **). Они представляютъ азотистыя органическія вещества, лишенныя кислорода или весьма бѣдныя имъ, довольно различнаго состава, вещества, обладающія, какъ показываетъ ихъ названіе, въ значительной степени свойствами оснований.

Однако эти азотистыя тѣла съ основными свойствами встрѣчаются лишь въ ограниченномъ числѣ растений; большинство растений, по видимому, въ теченіе всей своей жизни совершенно не заключаютъ соединеній этого класса; уже изъ этого ясно, что на эти алкалоиды не возложено никакихъ важныхъ и болѣе общихъ физиологическихъ отправленій, и что ихъ появленіе не находится въ связи съ тако-

*) Исслѣдованія Вирке (ср. Рохледера: *Phytochemie* 1854 p. 321).

**) Не всѣ алкалоиды встрѣчаются въ растеніяхъ (или организмахъ) уже готовыми. Нѣкоторые изъ нихъ были приготовлены до сихъ поръ только искусственнымъ путемъ и наоборотъ.

пямн. Особенно нѣкоторые виды изъ семействъ *) *Молочайныхъ*, *Лютиковыхъ*, *Пасленовыхъ*, *Маковыхъ*, *Зимовниковыхъ* (Colchiceae) и *Цинхоновыхъ* производятъ эти вещества.

Растительные алкалоиды частью, какъ напр. *никотинъ*, летучи безъ разложенія и въ такомъ случаѣ добываются обработкою измельченныхъ частей растенія подкисленною водою и перегонкою вытяжки надъ калп; или же эти вещества, какъ *стрихнинъ* и *хининъ*, не перегоняются безъ разложенія, тогда ихъ обыкновенно осаждаютъ изъ вытяжки щелочью, такъ какъ алкалоиды сами по себѣ болѣею частью нерастворимы въ водѣ.

Нелетучіе растительные алкалоиды способны кристаллизоваться, имѣютъ горькій вкусъ и производятъ очень сильное дѣйствіе на животный организмъ, почти всѣ они представляютъ сильные яды, что, повидимому, относится и ко всѣмъ летучимъ. Далѣе алкалоиды имѣютъ свойство отклонять плоскость поляризаціи вправо или влево.

Изъ безкислородныхъ алкалоидовъ я приведу только *никотинъ* ($C_{10}H_{14}N_2$), содержащійся въ табакѣ и отчасти придающій ему наркотическія **) свойства. Этотъ алкалоидъ представляетъ безцвѣтное масло, въ высшей степени ядовитъ и кипитъ при $250^{\circ}C$.

Кислородные алкалоиды гораздо распространеннѣе первыхъ. Я приведу *хининъ* ($C_{20}H_{24}N_2O_2$), одинъ изъ алкалоидовъ такъ наз. хинной коры,—извѣстное врачебное средство; *морфинъ* ($C_{17}H_{19}NO_3$), главный алкалоидъ въ млечномъ сокѣ сѣмянной кожуры бѣлаго мака; *стрихнинъ* ($C_{21}H_{22}N_2O_2$) въ плодахъ *Strychnos nux vomica*, оба врачебныя средства и страшные яды, и наконецъ *кофеинъ* ($C_8H_{10}N_4O_2$), алкалоидъ, къ правильному употребленію котораго въ видѣ кофе и чая грѣшное человѣчество привыкло въ послѣднее время.

Этотъ послѣдній алкалоидъ производитъ въ животномъ организмѣ извѣстное возбужденіе, а у человѣка порождаетъ большую способность къ нѣкоторымъ, именно умственнымъ работамъ. Что онъ замедляетъ обмѣнъ веществъ, это сказка, давно опровергнутая (*Войтъ*),

*) Большинство семействъ растеній, такъ, напр., чрезвычайно распространенныя семейства Губоцвѣтныхъ и Сложноцвѣтныхъ, повидимому, совершенно лишены алкалоидовъ. Ср. А. и Г. Husemann: Die Pflanzenstoffe etc. 1870. p. 21.

**) Несслеръ, правда, увѣряетъ, что изслѣдовалъ одуряющій табакъ и не нашелъ въ немъ никотина (см. J. Nessler: Der Tabak etc. 1867. Tafel I ad. p. 11). Но этотъ фактъ слишкомъ одинокъ, для того чтобы окончательно ниспровергнуть старую теорію куренія.

но тѣмъ не менѣе постоянно повторяемая *); она обязана своимъ происхожденіемъ стремленію исключить эти любимые напитки, для успокоенія совѣсти, изъ списка *предметовъ роскоши*, куда относить ихъ бездушное ограниченіе потребностей жизни абсолютно необходимымъ.

Ближайшее рассмотрѣніе мѣста нахождения и свойствъ алкалоидовъ, при полномъ нашемъ незнакомствѣ съ ихъ происхожденіемъ въ растеніяхъ и при кажущейся неправильности въ распредѣленіи ихъ по отдѣльнымъ семействамъ, было бы столь же бесполезно, какъ подробное описаніе тѣхъ безазотныхъ органическихъ веществъ, за которыми мы не могли признать никакихъ выдающихся физиологическихъ отпращиваній **).

Этого краткаго обзора азотистыхъ органическихъ тѣлъ, встрѣчающихся въ растеніи, достаточно для доказательства высказаннаго нами въ началѣ этой лекціи положенія, что изъ всѣхъ азотистыхъ органическихъ веществъ, почти одни только такъ наз. протеиновыя соединенія имѣютъ важное для растенія физиологическое значеніе; такимъ образомъ *необходимость азотистой пищи для дальнѣйшаго развитія растенія сводится почти исключительно къ необходимости этой группы веществъ*. Конечно и ферментообразныя вещества играютъ въ растеніи видную роль, но они, по крайней мѣрѣ по происхожденію своему, тѣсно связаны съ протеиновыми веществами, а слѣд. въ употребленномъ выше выраженіи подразумѣваются сами собою.

Разсмотрѣвъ образованіе органическаго вещества, мы обратили вниманіе и на передвиженіе его въ растеніи по направленію отъ мѣстъ образованія къ мѣстамъ потребленія; распространимъ теперь это описаніе и на азотистыя органическія вещества.

*) См. Heiden: Düngelehre. B. I. p. 17 и во многихъ другихъ мѣстахъ.

**) Для алкалоидовъ эта относительная неважность ихъ присутствія для растительнаго организма, въ которомъ они образуются, доказывается всего лучше тѣмъ, что тропическія растенія, въ нормальномъ состояніи производящія алкалоиды, какъ напр. виды *Cinchona*, въ нашихъ бѣдныхъ свѣтомъ оранжевыхъ почти совершенно перестаютъ производить хининъ и т. п., отчего прочія отпращиванія растеній однако нестрадаютъ существенно. Окончательно установлено тоже и для Болголова (*Conium*), который у насъ производитъ кониинъ, а въ Шотландіи нѣтъ, хотя развивается тамъ роскошно; ср. Рохледера *Phytochemie* 1854 p. 344. Для протеиновыхъ веществъ подобное явленіе совершенно немыслимо.

Прежде всего зададимъ себѣ вопросъ: насколько можетъ быть полезно для растенія передвиженіе азотистыхъ органическихъ веществъ?—ограничиваясь при этомъ, конечно, только тѣми азотистыми органическими соединеніями, которыя постоянно являются составными частями растительнаго организма и за которыми признаны уже физиологическія отправления, дѣлающія ихъ необходимыми для этого организма. Въ виду того, что теоретически ничто не препятствуетъ принимать образованіе протеиновыхъ веществъ изъ углеводовъ и азотистыхъ неорганическихъ соединеній съ отдѣленіемъ углекислоты въ любомъ мѣстѣ, мы должны сознаться, что цѣлесообразность такого перемѣщенія далеко не очевидна, такъ какъ та же цѣль могла бы достигаться простымъ перемѣщеніемъ образовательнаго матеріала этихъ веществъ.

Не смотря на то, подобное перемѣщеніе доказано фактически для цѣлаго ряда высшихъ растеній. Поэтому, вѣроятно, образованіе протеиновыхъ веществъ требуетъ особеннаго устройства, существующаго не во всѣхъ тканяхъ растенія. Въ пользу этого говоритъ уже очевидная, полнѣйшая неспособность всѣхъ животныхъ (вѣроятно даже и самыхъ низшихъ) организмовъ къ образованію бѣлковыхъ веществъ изъ указанного матеріала.

Однимъ словомъ, перемѣщеніе бѣлковыхъ соединеній, вслѣдствіе неизвѣстной намъ причины, несомнѣнно цѣлесообразно, такъ какъ оно дѣйствительно существуетъ.

Но по отношенію къ проводящимъ формамъ тканей существуетъ значительная разница между перемѣщеніемъ этихъ веществъ и перемѣщеніемъ углеводовъ.

Между формами тканей, несомнѣнно служащими для странствованія органическихъ веществъ, отличаются въ высшемъ растеніи: *паренхиматическую* ткань коры и сердцевины, которая преимущественно предназначена для проведенія безазотистыхъ органическихъ веществъ, прежде всего крахмала. Содержимое этой ткани, вслѣдствіе присутствія свободныхъ растительныхъ кислотъ или ихъ кислыхъ солей, представляетъ всегда кислую реакцію и оставляетъ золу, богатую калиемъ.

Далѣе отличаются ткань сосудистыхъ пучковъ въ качествѣ второй проводящей ткани. Она состоитъ изъ длинныхъ вытянутыхъ клѣточекъ и называется также камбиформомъ *), ситовидными труб-

*) Авторъ ошибочно отождествляетъ сосудистый пучекъ съ камбиформомъ

ками или рѣшетчатыми клѣточками *). Сокъ этой формы ткани имѣетъ щелочную реакцію и особенно богатъ фосфорною кислотою, которая столь же постоянно сопровождаетъ въ организмахъ бѣлковыя вещества, какъ калий—углеводы.

Въ видѣ третьей формы ткани можно бы упомянуть у многихъ болѣе старыхъ растений древесину, представляющую паренхиматическую **) ткань; но она служитъ не столько проводящею тканью, что относится, вѣроятно, только къ безазотистымъ органическимъ веществамъ ***), сколько хранилищемъ запасныхъ веществъ во время періодовъ покоя. Содержимое этой ткани особенно бѣдно азотомъ, такъ какъ она не заключаетъ протоплазматическаго клѣточного сока и не проводитъ азотистыхъ веществъ.

Раздѣленіе содержимаго двухъ проводящихъ тканей конечно не исполнѣ рѣзко, такъ какъ протоплазма проводящихъ паренхиматическихъ клѣточекъ сердцевины и коры всегда заключаетъ бѣлковыя вещества.

Можетъ быть вытянутая въ длину форма клѣточекъ, предназначенныхъ для проведенія протенновыхъ веществъ, особенно полезна для перемѣщенія именно этихъ веществъ, такъ какъ осмотическая способность послѣднихъ незначительна, а ею, между тѣмъ, опредѣляется прохожденіе чрезъ клѣточные оболочки.

Взаключеніе я долженъ еще сказать нѣсколько словъ о методахъ, которые употреблялись для опредѣленія проводящей способности той или другой ткани; изъ нихъ нѣкоторые весьма остроумны.

Исслѣдованіями въ этомъ направленіи мы обязаны особенно *Ганштейну*. Онъ бралъ срѣзанныя вѣтви различныхъ высшихъ растений, снималъ съ нихъ кольцеобразный кусокъ коры, погружалъ выше кольцеобразнаго надрѣза въ воду и наблюдалъ способъ появленія

или ситовидными трубками. Послѣднія составляютъ только наружную, живую, такъ наз. лубовую часть сосудистаго пучка, и то въ смѣси съ другими элементами. Внутренняя же, болѣе мертвая часть каждаго сосудистаго пучка образуется упоминаемою далѣе древесиною.

Примѣч. И. Б.

*) Къ этой ткани по отправленію своему примыкаютъ, повидимому и млечныя сосуды, которые, впрочемъ, встрѣчаются лишь въ ограниченномъ числѣ растений.

**) Въ составъ древесины входятъ не одѣ паренхиматическія, но и удлиненныя, прозенхиматическія. Послѣднія, обыкновенно даже преобладаютъ.

Примѣч. И. Б.

***) Доказано Гартигомъ посредствомъ сниманія коры.

новообразованій, обыкновенно развивающихся при такихъ обстоятельствахъ на живыхъ вѣтвяхъ. При этомъ оказалось, что *все растенія, у которыхъ по сердцевинѣ не проходитъ сосудистыхъ пучковъ или ситовидныхъ трубокъ, почти не выпускали корней изъ части стебля, лежавшей ниже кольцеобразной вырѣзки, между тѣмъ какъ надъ вырѣзкою происходило обильное образованіе корней; напротивъ, у тѣхъ видовъ, въ сердцевинѣ которыхъ существуютъ указанные элементы, кольцеобразная вырѣзка не препятствовала образованію корней на нижнемъ концѣ.*

Изъ этихъ опытовъ, очевидно, можно было заключить, что ситовидныя клѣточки служатъ для перенесенія извѣстныхъ веществъ, необходимыхъ для образованія корней. Но *Ганштейнъ* пошелъ дальше и вывелъ во всякомъ случаѣ неосновательное заключеніе, что одна только эта ткань и проводитъ образовательныя вещества, противъ чего высказался *Саксъ* *). Онъ показалъ, что эта ткань бѣдна крахмаломъ, и что послѣдній притекаетъ безъ сомнѣнія по паренхиматической ткани, которая въ опытахъ *Ганштейна* не могла быть исключена; слѣдуетъ, однако, помнить при этомъ, что послѣднее воззрѣніе еще не подтверждено фактически.

Такимъ образомъ неоявленіе корней въ извѣстныхъ случаяхъ можно объяснять недостаточнымъ притокомъ бѣлковыхъ веществъ, которыя перемѣщаются только по указаннымъ тканямъ, такъ какъ, не смотря на отсутствіе вполне убѣдительнаго факческаго доказательства, воззрѣніе *Сакса* въ высшей степени вѣроятно.

Вотъ вкратцѣ результаты сегодняшней лекціи:

1) Важнѣйшія какъ въ фізіологическомъ, такъ и въ количественномъ отношеніи азотистыя органическія вещества растенія представляютъ бѣлковыя или протениныя соединенія.

2) Подобно важнѣйшимъ базазотистымъ веществамъ, углеводамъ, они встрѣчаются въ живомъ растеніи въ двоякомъ видѣ: въ видѣ запасныхъ веществъ и какъ составныя части живой протоплазмы.

3) Эти два вида протениновыхъ веществъ имѣютъ почти одинаковый составъ, такъ что соотвѣтственные переходы при наполненіи хранилищъ запасныхъ веществъ или при почкованіи и прорастаніи могутъ происходить безъ значительныхъ явленій окисленія и расщепленія.

*) Ср. его Handb. d. Exp. Phys. der Pfl. p. 383—84, откуда я заимствую вообще изложеніе передвиженія веществъ.

4) Кромѣ протеиновыхъ веществъ, важное фізіологическое значеніе для растенія на извѣстныхъ стадіяхъ его развитія имѣютъ еще происходящія изъ первыхъ ферментныя вещества (неизвѣстнаго состава).

5) Безъ прочихъ азотистыхъ органическихъ веществъ растеніе вообще можетъ обойтись, слѣдов. они не играютъ какой либо выдающейся роли.

6) Перемѣщеніе безазотистыхъ и азотистыхъ органическихъ веществъ происходитъ по различнымъ тканямъ, представляющимъ своеобразныя химическія свойства и строеніе.

- 240 -

ОГЛАВЛЕНИЕ 1-ГО ВЫПУСКА.

ОТДѢЛЪ ПЕРВЫЙ.

Безазотистыя органическія составныя части растенія.

Первая лекція.

Стр. 1.

Введеніе. Что такое Земледѣльческая Химія?—Опредѣленіе предмета изложенія.—*Образованіе органическаго вещества.* Доказательство этого образованія.—Опредѣленіе органическаго вещества.—Сущность этого образованія.—Условія его.—Хлорофильная кѣлочка.—Строеніе хлорофильнаго органа.

Вторая лекція.

Стр. 19.

Образованіе органическаго вещества (Продолженіе). Дальнѣйшія условія этого процесса.—Химическая работа.—Зависимость отъ теплоты и свѣта. Рабочая сила.—*Химическая работа свѣта.*—Экспериментальное доказательство.—Историческій обзоръ относящихся сюда открытій.

Третья лекція.

Стр. 40.

Образованіе органическаго вещества (Продолженіе). Различныя роды лучей.—*Какіе лучи производятъ работу.*—Опытъ дедуктивнаго рѣшенія вопроса.—Кажущееся противорѣчіе.—Флуоресценція хлорофилла.—Земные источники свѣта.

Четвертая лекція.

Стр. 58.

Образованіе органическаго вещества (Продолженіе). Теорія дѣятельности хлорофильной кѣлочки.—Роль хлорофилла.—Результаты химическаго изслѣдованія красящаго вещества хлорофилла. *Образовавшееся органическое вещество* Результаты предыдущихъ разсмотрѣній.

Пятая лекція.

Стр. 75.

Образованіе органическаго вещества (Окончаніе). Условія образованія хлорофилла и другія условія его существованія.—Этиолированное растеніе.—*Общія разсмотрѣнія.* Отношенія міра зеленыхъ растений къ міру животныхъ.—Отношенія его къ запасу силъ, служащихъ для хозяйственныхъ дѣлей.—Принятіе органическихъ веществъ хлорофильными растеніями.—Вновь добытыя положенія.

Шестая лекція.

Стр. 94.

Передвиженіе органическаго вещества. Передвиженіе крахмала.—Экспериментальное доказательство его.—Теорія его.—*Взаимныя превращенія органическихъ веществъ.* Значеніе ихъ для жизни растенія.—Вновь добытые результаты.

-272-

Седьмая лекція.

Стр. 115.

Дыханіе растений. Дыханіе зеленыхъ растений. — *Отношеніе дыханія къ пре-
ращенію веществъ.* Развитие теплоты вслѣдствіе дыханія. — Вновь добытые ре-
зультаты.

Восьмая лекція.

Стр. 140.

Безазотистыя органическія составныя части растений. Углеводы.

Девятая лекція.

Стр. 162.

Безазотистыя органическія составныя части растений (Окончаніе). Жиры. —
Другія бѣдыя кислородомъ органическія вещества. — Красящія вещества, горькія
вещества, глюкозиды и т. д. — Пектиновыя вещества. — Растительныя кислоты. —
Сводъ результатовъ.

ОТДѢЛЪ ВТОРОЙ.

Азотистыя составныя части растений.

Десятая лекція.

Стр. 183.

Содержаніе азота въ растеніи. Азотистое органическое вещество необхо-
димо для растенія. — Образованіе азотистаго органическаго вещества. — Принятіе
азота растеніемъ. — *Растеніе и свободный атмосферный азотъ.* Эксперименталь-
ная обработка этого предмета. — Свободный атмосферный азотъ неспособенъ пи-
тать растеніе.

Одиннадцатая лекція.

Стр. 204.

Содержаніе азота въ растеніи (Продолженіе). Соединенія азотной кислоты
суть питательныя средства высшихъ зеленыхъ растений. — Аміачныя соединенія
суть питательныя средства зеленыхъ высшихъ растений. — Принятіе азотистыхъ
органическихъ веществъ растеніемъ. — Естественныя азотистыя питательныя сред-
ства зеленыхъ растений. — Образованіе и разрушеніе связаннаго азота въ природѣ

Двѣнадцатая лекція.

Стр. 228.

Содержаніе азота въ растеніи (Продолженіе). Зависимость растительнаго
міра отъ запаса связаннаго азота. Увеличеніе и уменьшеніе этого запаса дѣ-
тельностью челоѣка. *Источники азота для растений въ природѣ.* Содержаніе
связаннаго азота въ атмосферическихъ осадкахъ. — Естественное доставленіе
азота и потребность растенія въ азотѣ. — Своеобразное принятіе азота у Бобо-
выхъ. — Результаты трехъ послѣднихъ лекцій.

Тринадцатая лекція.

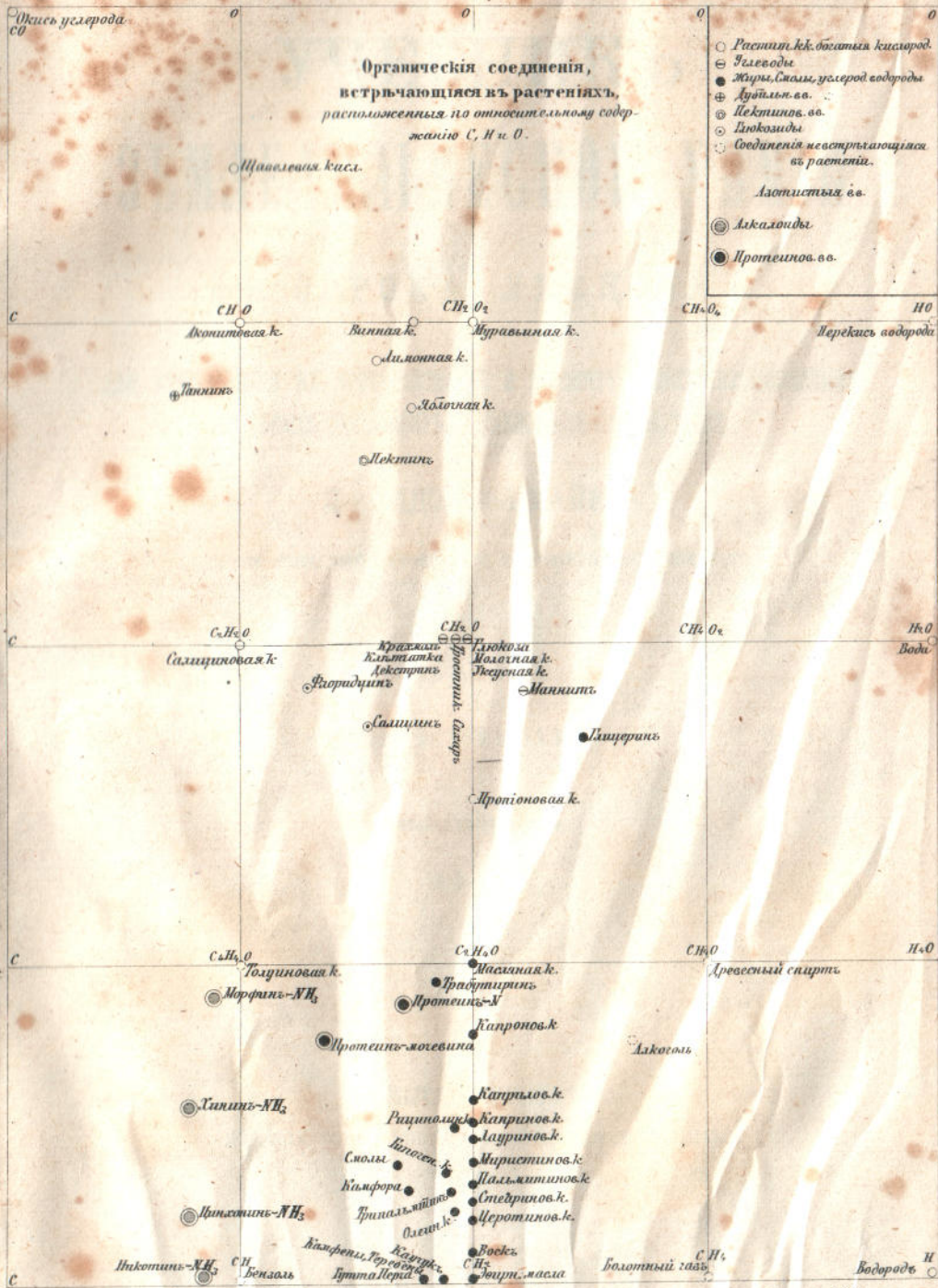
Стр. 247.

Содержаніе азота въ растеніи (Окончаніе). — *Азотистыя органическія состав-
ныя части растений.* — Отдѣльныя протеиновыя вещества. — Ферментныя азотистыя
соединенія въ растеніи. — Растительныя алкалоиды. — Передвиженіе азотистаго
органическаго вещества. — Выводы изъ этой лекціи.

Таблица I.

Органическія соединенія,
встрѣчающіяся въ растеніяхъ,
расположенныя по относительному содер-
жанію С, Н и О.

- Распити.лк. богатия кислород.
- Гливоды
- Жиры.Силы.углерод содержит
- Аудильн.св.
- Лектина.св.
- Глюкозиды
- Соединения неастроляющих
- в растении.
- Азотистая св.
- Алкалоиды
- Протеинов.св.





УЧЕБНИКЪ ЗЕМЛЕДѢЛЬЧЕСКОЙ ХИМИИ

ВЪ СОРОКА ЛЕКЦІЯХЪ.

ДЛЯ УПОТРЕБЛЕНІЯ ВЪ УНИВЕРСИТЕТАХЪ И ВЫСШИХЪ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХЪ
УЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЯХЪ, А ТАКЖЕ ДЛЯ САМООБУЧЕНІЯ.

Д-РА АДОЛЬФА МАЙЕРА

ПРИВАТЪ-ДОЦЕНТА ЗЕМЛЕДѢЛЬЧЕСКОЙ ХИМИИ ВЪ ГЕЙДЕЛЬБЕРГСКОМЪ УНИВЕРСИТЕТѢ.

ЧАСТЬ II.

ТЕОРІЯ ЗЕМЛЕДѢЛІЯ.

ВЫПУСКЪ I.

П О Ч В А.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ИЗДАНИЕ ТОВАРИЩЕСТВА «ОБЩЕСТВЕННАЯ ПОЛЬЗА».

1875.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 17 Ноября 1875 года.

ОГЛАВЛЕНИЕ 3-ГО ВЫПУСКА.

ОТДѢЛЪ ПЕРВЫЙ.

О почвѣ.

Двадцать четвертая лекція.

Стр. 1.

Происхожденіе почвы. — Минеральные основы почвы.

Двадцать пятая лекція.

Стр. 22.

Происхожденіе почвы. — Вывѣтриваніе. — Перемѣщеніе вывѣтриваемыхъ массъ.

Двадцать шестая лекція.

Стр. 41.

Происхожденіе почвы. — Вторичныя (флёцовыя) образованія и наносныя почвы. —
Классификація почвы. — Механическій анализъ.

Двадцать седьмая лекція.

Стр. 61.

Происхожденіе почвы. — Измѣненія въ свойствахъ почвы, вызываемыя растительностью.

Двадцать восьмая лекція

Стр. 87.

Химическія свойства почвы. — Явленія поглощенія. — Причина ихъ.

Двадцать девятая лекція.

Стр. 109.

Химическія свойства почвы. — Явленія поглощенія.

Тридцатая лекція.

Стр. 134.

Физическія свойства почвы. — Почвенная теплота.

Тридцать первая лекція.

Стр. 157.

Физическія свойства почвы. — Влажность почвы.

Thomson's first agent—Higgs and his partner, Joseph

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

WILSON, WILLIAM C. JR.

100

ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ ЛЕКЦІЯ.

Образованіе почвы.—Минеральныя основы почвы.

Въ предыдущемъ изложеніи мы старались выяснитъ, по возможности подробно, условія жизни зеленыхъ растений. Теперь мы перейдемъ ко второй части нашего сочиненія, къ теоріи земледѣлія, и покажемъ, какъ *осуществляются эти условія при тѣхъ обстоятельствахъ, которыя всегда сопровождаютъ трудъ земледѣльца.*

При этой новой задачѣ мы ограничимся исключительно тѣми изъ зеленыхъ растений, которымъ до сихъ поръ мы отдавали преимущество, именно растеніями, имѣющими значеніе въ земледѣліи, т. е. сельско-хозяйственными культурными растеніями. Это будутъ исключительно наземныя растенія, произрастающія на границѣ двухъ средъ, изъ которыхъ въ *почвѣ*, содержащей влагу, они развиваютъ корни, а въ *атмосферѣ* — большую часть стебля, хлорофиллоносные органы, цвѣты и плоды.

Такимъ образомъ, чтобы найти, въ чемъ состоятъ дѣйствительныя условія произрастанія культурныхъ растений, естественно, мы должны будемъ стараться изслѣдовать обѣ среды, заключающія въ себѣ эти условія, и посмотримъ, какимъ образомъ послѣднія (условія) группируются въ этихъ средахъ въ различныхъ мѣстностяхъ, въ различные времена года и т. д. и при различныхъ способахъ культуры. Тогда намъ сдѣлается очевидною сущность подчиненія себѣ человѣкомъ естественныхъ условій произрастанія растений, будетъ понятно значеніе дѣятельности земледѣльца.

Въ предыдущихъ отдѣлахъ, согласно нашей задачѣ, мы уже рассмотрѣли главныя свойства атмосферы, относительно заключающихся въ ней условій произрастанія *), и потому намъ остается прибавить здѣсь только нѣсколько словъ.

*) Въ первомъ, второмъ, четвертомъ, а также въ пятомъ отдѣлахъ.

Атмосфера, въ которой находятся надземныя части растений, заключаетъ въ себѣ рядъ условій произрастанія. Она содержитъ *кислородъ*, необходимый для жизни всѣхъ растений, *углекислоту*, необходимую для продуктивной дѣятельности зеленыхъ растений, а также незначительное количество *азотистыхъ питательныхъ* веществъ. Отъ *содержанія воды и теплоты* слоя атмосферы, находящагося въ соприкосновеніи съ растениями, зависитъ важная для послѣднихъ сила испаренія, а отъ теплоты сверхъ того — возможность всѣхъ растительныхъ процессовъ, и даже самое существованіе растительныхъ организмовъ. Далѣе, отъ *прозрачности* этого и вышележащаго воздушнаго слоя зависятъ находящіеся въ распоряженіи растений количества свѣта и, опять таки, теплоты. Такимъ образомъ мы видимъ, что атмосферный воздухъ представляетъ собою вмѣстилище многоразличныхъ условій произрастанія, *притокъ и сила которыхъ регулируется* его свойствами.

Не смотря, однако, на это, воздухъ представляетъ собою ту среду, на которую *вниманіе и трудъ земледѣльца распространяются только въ исключительныхъ случаяхъ*. Едва-ли можно сомнѣваться, что измѣненіе свойствъ атмосферы и, находящихся съ нею въ связи, климатическихъ условій не представляло-бы во многихъ случаяхъ необходимой мѣры для успѣшнаго роста растений. Можно быть вполне увѣреннымъ, что, между многими обстоятельствами, на урожайность растений будутъ вліять увеличеніе количества угольной кислоты, связаннаго азота, паровъ воды въ атмосферномъ воздухѣ, а также измѣненія теплоты, движенія и прозрачности атмосферы.

Основаніе тому, что сельскій хозяинъ почти исключительно прилагаетъ свою дѣятельность къ измѣненію свойствъ почвы, слѣдов., не должно находиться въ томъ, что атмосферныя условія произрастанія какъ бы даны въ совершенствѣ, и что поэтому можетъ быть рѣчь только объ увеличеніи почвенныхъ условій произрастанія, или, другими словами, сельскій хозяинъ не потому дѣйствуетъ исключительно на почву, что въ ней всегда условія произрастанія въ наименьшемъ количествѣ *) (въ минимумѣ); — ибо, если бы послѣднее было вѣрно, то величина урожая въ дѣйствительности обуславливалась бы свойствами почвы и не зависла бы отъ ряда условій, периодически измѣняющихся часть которыхъ, напр., мы называемъ коротко *погодой*.

*) На основаніи объясненія, даннаго въ семнадцатой лекціи.

Поэтому причины того, что земледѣлец не старается дѣйствовать на свойства атмосферы, мы должны искать въ чемъ нибудь другомъ. Въ самомъ дѣлѣ, достаточно только бросить взглядъ на главные свойства атмосферы, чтобы убѣдиться въ неспособности человѣка дѣйствовать на нихъ замѣтнымъ образомъ.

Свойства эти можно достаточно характеризовать нѣсколькими словами: *воздухъ не составляетъ ничьей собственности.* — Если-бы кому нибудь вздумалось обогатить угольной кислотою воздухъ, находящийся надъ его полями, онъ въ то-же время (вслѣдствіе способности къ диффузии этой газообразной среды) обогатилъ бы ею и воздухъ, находящийся надъ полями своего сосѣда, равно какъ и верхніе слои которые не имѣютъ никакого прямого отношенія къ растительному міру. Развивая такимъ образомъ очень значительныя количества угольной кислоты, мы не достигнемъ замѣтныхъ результатовъ. — Только удобряя почву веществами, развивающими углекислоту, дѣйствіе ея будетъ замѣтно, но здѣсь уже мы будемъ имѣть дѣло съ почвою.

Вслѣдствіе того же свойства атмосферы *) точно также невозможно будетъ ввести въ воздухъ и какое либо другое вещество, увеличеніе котораго могло-бы усилить растительность. — Очевидно поэтому, что «удобреніе воздуха» (какъ мы можемъ выразиться) не мыслимо и имѣло бы то же значеніе, что и наполненіе бездонной бочки.

Удобреніе почвы имѣло бы также мало смысла, если-бы вводимыя въ нее вещества обладали такими-же свойствами, т. е. если-бы они быстро распространялись не только по полямъ сосѣда, но по всей землѣ до самаго ея центра.

Если-бы мы, далѣе, вздумали возвысить температуру воздуха — нагрѣть его, то оказалось бы нѣчто совершенно подобное. Теплота тотчасъ-же разсѣялась бы въ пространствѣ, и нужно было бы сжечь громадное количество углерода, чтобы производительность растений увеличить на какой нибудь фунтъ. Подобныя мѣры оказываются цѣлесообразными только при культурѣ растений въ самомъ маломъ видѣ — въ теплицахъ, гдѣ воздухъ, находящийся въ соприкосновеніи съ растениями, совершенно отдѣляется отъ внѣшняго атмосфернаго воздуха. Но при этомъ имѣютъ въ виду не получение значительнаго количества растительной массы, а воспитаніе рѣдкихъ растений, мо-

*) Это физическое свойство воздуха, дѣлающее невозможнымъ присвоеніе полезныхъ его качествъ, обуславливаетъ значеніе его какъ «дароваго» блага.

жеть быть полученіе рѣдкихъ растительныхъ веществъ; о примѣненіи-же подобной мѣры къ полямъ, естественно, нельзя и думать.

Изъ предыдущаго ясно, что *въ рукахъ сельскаго хозяина не все условія, вліяющія на величину жатвъ*. Последнія зависятъ не только отъ свойствъ почвы его полей, на которыя онъ можетъ дѣйствовать произвольно, но и отъ ряда другихъ факторовъ, надъ которыми онъ не властенъ и которыя для него чистыя *случайности*. Эти другіе факторы (по крайней мѣрѣ часть ихъ, измѣнчивая), называемые «погодой», по отношенію къ одному и тому-же мѣсту, и «климатомъ», когда они относятся къ различнымъ мѣстамъ, обусловливаются болѣею частію *) свойствами тѣхъ слоевъ воздуха, которые находятся надъ этими мѣстами. Зависимость сельско-хозяйственной промышленности отъ случайностей погоды сообщаетъ ему особенный хозяйственный характеръ, который отражается даже въ положеніи самаго кредита.

Однако, извѣстна одна мѣра, впрочемъ и единственная, о которой мы уже упомянули **), посредствомъ которой можно по произволу измѣнять замѣтнымъ образомъ свойства атмосферы. Мѣра эта заключается въ произведеніи дыма по ночамъ, когда, при спокойномъ воздухѣ и ясномъ небѣ, посѣвамъ грозитъ опасность замерзанія вслѣдствіе лучеиспусканія; но и эта мѣра считается практичною, какъ кажется, только въ немногихъ странахъ. Здѣсь дѣйствительно измѣняются замѣтнымъ образомъ свойства атмосфернаго воздуха, но измѣненіе это возможно только въ тѣхъ рѣдкихъ случаяхъ, когда воздухъ совершенно спокоенъ, чѣмъ предупреждается разсѣваніе дыма, и достаточно малѣйшаго его движенія, чтобы мѣра эта оказалась неэффективною. Далѣе, нужно принять въ соображеніе, что мѣра эта предпринимается единственно для спасенія пѣлой жатвы, которая иначе могла бы погибнуть, а не для увеличенія прироста, и что, наконецъ, необходимыя для этого жертвы требуются только на самое короткое время.

Сюда же относится также очень небольшое число сельско-хозяйственныхъ мѣропріятій, которыя, не представляя собою измѣненія свойствъ атмосферы, имѣютъ въ результатъ измѣненія такъ называемыхъ атмосферныхъ условій произрастанія. Возведеніе дамбъ и

*) Выраженіе это, конечно, не совсѣмъ точно, однако не причинитъ никакихъ недоразумѣній.

**) Смотри 23-ю лекцію.

разнаго рода изгородей, употребляемыхъ въ сѣверныхъ странахъ для защиты полей отъ суровыхъ вѣтровъ, принадлежитъ сюда. Такими средствами можно поддерживать при холодномъ вѣтрѣ температуру поверхности почвы на нѣсколько градусовъ выше, сравнительно съ температурою обнаженной почвы полей, лишенныхъ подобной защиты, поставить растенія въ лучшія условія произрастанія, предохранить ихъ отъ дѣйствія мороза. Далѣе, сюда-же слѣдуетъ отнести измѣненіе наклона почвы относительно средняго стоянія солнца, мѣра, употребляемая при интензивной культурѣ винограда и не имѣющая въ виду измѣненія свойствъ почвы, а измѣненіе количества, падающихъ на нее, свѣта и теплоты. Также въ возвышеніи температуры воздушнаго слоя, окружающаго растеніе, нужно искать цѣлесообразности этой мѣры при культурѣ винограда.

Въ заключеніе остается упомянуть еще объ измѣненіи климата чрезъ истребленіе или разведеніе лѣсовъ, на сколько отъ этого зависитъ измѣненіе средней облачности неба и количества выпадающаго дождя *). Правда, трудно привести вполнѣ строгія доказательства, въ пользу вліянія облѣсенія на климатъ **), тогда какъ другая функція лѣсовъ, состоящая въ томъ, что они допускаютъ только медленный оттокъ ниспадающихъ водъ и такимъ образомъ защищаютъ долины, съ одной стороны, отъ наводненій, съ другой стороны, отъ лѣтнихъ засухъ, — эта функція легко можетъ быть доказана безчисленными примѣрами. Послѣднее отношеніе облѣсенія къ обилію воды въ странѣ, очевидно, принадлежитъ не сюда и будетъ разсмотрѣно въ другомъ мѣстѣ, когда будетъ рѣчь о свойствахъ почвы; что же касается перваго отношенія, то оно представляетъ одинъ изъ слу-

*) Изъ наблюдений Беккереля (Besquerel) надъ количествомъ дождя вблизи лѣсовъ слѣдуетъ, что это количество, вслѣдствіе присутствія лѣса, въ одномъ случаѣ увеличилось въ отношеніи 730: 385; ср. Landw. Jahresber. 1867—68, стр. 21. Конечно, этимъ еще не доказано, что отъ облѣсенія зависитъ абсолютное увеличеніе атмосферныхъ осадковъ, но только то, что они преимущественно происходятъ по близости лѣсовъ.

**) Сравни Шлейдена: Für Baum und Wald. 1870, стр. 49. Дальнѣйшіе факты въ этомъ сочиненіи, впрочемъ, доказываютъ съ полною достовѣрностью, что облѣсеніе или истребленіе лѣсовъ также прямо вліяетъ на климатъ (конечно, не всегда въ томъ же направленіи), такъ что въ измѣненіи лѣсныхъ насажденій мы имѣемъ очень важное, даже единственное средство, при помощи котораго можно дѣйствительно измѣнить атмосферныя условія произрастанія. Ср. объ этомъ предметѣ замѣчаніе въ началѣ двадцать-седьмой лекціи и Berger: Poggend. Annal. T. 124, стр. 528 или Jahresber. f. Agr. Chem. 1865, стр. 66.

чаевъ, о которыхъ здѣсь идетъ рѣчь и вслѣдствіе которыхъ представляется возможнымъ хозяйственно-исполнимою мѣрою дѣйствовать на атмосферныя условія плодородія. Оба отношенія представляютъ прекрасные примѣры того рѣдкаго и поучительнаго явленія, когда мѣропріятія, основанныя на интересѣ отдѣльныхъ хозяевъ, идутъ въ разрѣзъ съ общими интересами, когда, слѣдов., свободное хозяйство отдѣльныхъ лицъ, при полномъ охраненіи собственныхъ выгодъ, приноситъ всѣмъ хозяевамъ настоящаго и будущаго времени положительный вредъ *) и государственная опега оказывается умѣстной, какъ она и существуетъ во многихъ странахъ именно по отношенію къ охраненію лѣсовъ.

Всѣ остальные мѣропріятія въ земледѣліи (на сколько извѣстны методы производства въ различныхъ странахъ земнаго шара) имѣютъ цѣлью *измѣненіе свойствъ почвы*, или это — работы надъ самыми культурными растеніями. Работы эти никогда еще не были предметомъ изложенія съ научной точки зрѣнія по той простой причинѣ, что до настоящаго времени объ этомъ можно сказать очень мало **). Сельско-хозяйственныя мѣры, относящіяся къ почвѣ, распадутся на два весьма неравные отдѣла: на *доставленіе веществъ* или *удобреніе* и на *механическую обработку почвы*. Первый отдѣлъ представляетъ большую главу, которая насъ займетъ очень долго, и только по отношенію къ ней земледѣльческая химія до сихъ поръ и выработала кое-какія практическія данныя для земледѣлія.

Другой отдѣлъ въ настоящее время едва ли способенъ къ теоретической обработкѣ, такъ какъ или смыслъ употребительныхъ способовъ обработки вполне ясенъ самъ собою, или же теорія питания растеній еще ничего не дала для объясненія ихъ ***). Поэтому предметъ этотъ мы оставимъ съ сторонѣ.

*) Лиховское ученіе о расхищающемъ хозяйствѣ, или, лучше сказать, его ученіе о возвратѣ, если его послѣдовательно проводить, также заключаетъ въ себѣ утвержденіе оспариванія интересовъ отдѣльныхъ лицъ общими интересами, — интересовъ живущихъ теперь интересами будущихъ поколѣній и должно было бы неизбежно привести къ государственной оекѣ хозяйства отдѣльныхъ лицъ.

**) Впрочемъ, нѣтъ сомнѣнія въ томъ, что продолженіе физиологическихъ изслѣдованій насъ приведетъ къ важнымъ практическимъ правиламъ въ отношеніи къ обрѣзкѣ, обрывкѣ листьевъ, времени посѣва, жатвы и т. д., и что можетъ быть уже теперь прѣмя обратиться къ изученію теоретическихъ основаній всѣхъ этихъ важныхъ манипуляцій.

***) Это зависитъ, какъ мы скоро увидимъ, отъ большой сложности почвенныхъ условій.

Прежде чѣмъ начать изученіе цѣли искусственнаго измѣненія свойствъ почвы чрезъ удобреніе, мы должны подвергнуть внимательному разсмотрѣнію чрезвычайно сложныя естественныя отношенія почвы, какъ среды, заключающей въ себѣ большое число условій произрастанія. Обращаясь теперь къ этому разсмотрѣнію, которое займетъ цѣлый рядъ лекцій, мы вступаемъ въ область *питанія растений при естественныхъ условіяхъ, въ область теоріи земледѣлія.*

Познанію свойствъ почвы, или пахатнаго слоя, какъ называютъ ту часть почвы, которая служитъ для воздѣлыванія растений, должно предшествовать изученіе ея происхожденія, для чего мы должны проникнуть довольно глубоко въ исторію физическаго развитія земнаго шара, т. е. въ науку геологіи. Я постараюсь при этомъ, однако, не дѣлать ненужныхъ отступленій и изложу только строго относящееся къ дѣлу.

Почва, занятая культурными растениями, только въ самыхъ рѣдкихъ случаяхъ вполнѣ минеральной природы; вообще же къ ней примѣшано органическое вещество, образовавшееся здѣсь вегетативною дѣятельностью прежней генерациі растений, и слѣдоват. почва отчасти органической природы. Въ нашемъ изложеніи происхожденія почвы мы рассмотримъ отдѣльно оба различные момента образованія этой среды, рассмотримъ отдѣльно *чисто минеральное образованіе ея и измѣненія ея, вслѣдствіе дѣятельности организмовъ,* хотя образованіе почвы безъ участія послѣдняго момента принадлежитъ къ самымъ рѣдкимъ случаямъ.

Не будемъ останавливаться на вопросѣ, откуда произошли минеральныя составныя части почвы, такъ какъ мы знаемъ, что тѣ же самыя вещества образуютъ всю поверхность земнаго шара, а отвѣтимъ на два слѣдующіе вопроса: *какимъ образомъ почва приобрѣла тѣ своеобразныя механическія свойства,* которыя мы въ ней замѣчаемъ? и затѣмъ: *какимъ образомъ она получила тотъ химическій составъ, который ее также многообразно отличаетъ отъ другихъ твердыхъ частей земной поверхности?* Постановленіе этихъ вопросовъ оправдывается фактомъ, твердо установленнымъ въ геологіи, что въ прежнія времена свойства поверхности нашей планеты были другія, чѣмъ теперь.

При изученіи процесса происхожденія почвы, мы должны исходить изъ той-же точки зрѣнія, изъ которой исходитъ геологія, потому что только при такомъ исходномъ пунктѣ физическая исторія земнаго шара приобретаетъ ясность. При этомъ мы почти можемъ оставить

въ сторонѣ противорѣчія, все еще существующія, между различными геологическими гипотезами. *Плутонисты* въ основу своихъ геологическихъ воззрѣній кладутъ астрономическую гипотезу, т. е. заимствованную изъ отношенія другихъ міровыхъ тѣлъ, и сообразно съ этимъ принимаютъ, что земной шаръ прежде находился въ огненно-жидкомъ состояніи, въ которое онъ пришелъ вслѣдствіе сгущенія матерій; они принимаютъ, что и теперь внутри земли температура чрезвычайно высока, что существуетъ огненно-жидкое *) ядро земнаго шара, и что это и есть причина того явленія, что въ глубинахъ рудникахъ температура постепенно, съ большою правильностью возрастаетъ съ глубиной.

Новѣйшіе неплутонисты, о которыхъ мы здѣсь только и упомянемъ, напротивъ, становятся на чисто эмпирическую точку зрѣнія ихъ *геонотического* опыта. Они доказываютъ, что цѣлый рядъ геологическихъ процессовъ, объясняемыхъ плутонистами на основаніи ихъ гипотезы огненно-жидкаго состоянія и, притомъ часто очень поверхностно объясняемыхъ, происходитъ и въ настоящее время на поверхности земли, при отсутствіи принимаемыхъ плутонистами условій, и считаютъ возможнымъ, что по крайней мѣрѣ всѣ тѣ геологическія явленія, которыхъ очевидные слѣды находятся еще и теперь передъ нашими глазами, могутъ быть объяснены такимъ простымъ способомъ. Вулканическія явленія, возвышеніе температуры съ углубленіемъ внутрь земли, объясняются ими мѣстными химическими реакціями, или совсѣмъ не объясняются.

За этимъ направленіемъ, не смотря на всю недопустимость связанныхъ съ нимъ выводовъ, мы должны, однако-же, признать значительную заслугу въ томъ именно, что внимательнымъ изученіемъ

*) Здѣсь слѣдуетъ упомянуть, что на основаніи новѣйшихъ вычисленій англійскаго физика Томсона, предложеніе огненно-жидкаго состоянія внутренности земли не согласуется съ отношеніемъ, которое показываетъ земной шаръ къ силамъ, стремящимся изогнуть его. Твердая земная кора должна бы была имѣть другое движеніе прилива и отлива, чѣмъ дѣйствительно наблюдаемое, если бы нѣсколько миль подъ поверхностью земли начиналась жидкая среда. Этотъ выводъ нисколько не противорѣчитъ плутонической гипотезѣ, если только прибавить дальнѣйшее предположеніе, весьма возможное, что горячая внутренность земли, вслѣдствіе громаднаго давленія, испытываемаго ею, находится въ твердомъ состояніи, которое, при уничтоженіи этого давленія, естественно тотчасъ перешло бы въ жидкое состояніе. Это, по всей вѣроятности, необходимое измѣненіе понятія о внутренности земли не отвергаетъ ни одного изъ выводовъ плутонистовъ, первоначально основанныхъ на жидкой внутренности земли.

химизма явленій, оно чрезвычайно расширило наши знанія возможных *химико-геологическихъ реакцій* (если можно такъ выразиться), указало границы плутонизму, становившемуся уже очень безперомоннымъ въ объясненіи подробностей, и, при полной вѣроятности его основнаго воззрѣнія, оказавшемуся геологически весьма безплоднымъ направлениемъ, — наконецъ оно привело къ болѣе критическому отношенію къ дѣлу.

Существующія противорѣчія, относящіяся, какъ извѣстно, къ вопросу о происхожденіи кристаллическихъ, или такъ называемыхъ плутоническихъ горныхъ породъ *), касаются насъ очень мало. Процессъ, который насъ займетъ въ настоящемъ изложеніи, объясняется *тождественно* сторонниками обоихъ направлений. Онъ состоитъ въ *разрушеніи кристаллическихъ массивныхъ горныхъ породъ* чрезъ *вывѣтриваніе* (въ обширномъ смыслѣ этого слова), и въ *переходѣ ихъ въ слоистыя породы и другія образованія*, къ которымъ принадлежитъ также и почва Нептуническая гипотеза далѣе допускаетъ снова постоянное преобразование слоистыхъ горныхъ породъ

*) На основаніи господствующаго плутоническаго воззрѣнія эти горныя породы, называемыя также первобытными горами, суть остатки огненно-жидкаго состоянія поверхности земли и произошли чрезъ отвердѣніе жидкой массы, вслѣдствіе излученія части теплоты. Допуская плутоническую гипотезу, нужно принять, что при прежней чрезвычайно высокой температурѣ земнаго шара, вода, образующая въ настоящее время океанъ, должна была вся, или болѣею частью находиться въ атмосферѣ въ видѣ сильно нагрѣтаго водянаго пара и производить громадное давленіе (которое, можетъ быть, можно приблизительно вычислить по средней глубинѣ океана) на жидкія каменные массы. Какъ слѣдствіе этого давленія должно было бы произойти смѣшеніе сильно нагрѣтой, можетъ быть раскаленной жидкой воды съ каменными массами. Нельзя избѣжать и дальнѣйшаго слѣдствія, что эта вода, при наступившемъ, наконецъ, застываніи тѣстообразныхъ минеральныхъ массъ, должна была оказать значительное вліяніе. Такимъ образомъ, при послѣдовательномъ проведеніи плутонической гипотезы, можно придти къ процессу отвердѣванія первобытныхъ горъ, который на столько же сходенъ съ представленіемъ нептунистовъ, какъ и плутонистовъ. На основаніи этого представленія, кажется даже возможнымъ соединеніе воззрѣній обоихъ направлений на образованіе многихъ горныхъ породъ. Можетъ быть одновременное присутствіе весьма высокой температуры и жидкой воды при образованіи гранита было причиною тому, что видъ этой породы въ нѣкоторомъ отношеніи болѣе походитъ на водяной осадокъ, чѣмъ на застывшую огненно-жидкую массу. Многія противорѣчія въ геологій о водномъ или огненномъ происхожденіи горныхъ породъ, навѣрное исчезли бы, если бы постоянно имѣли въ виду, что одновременное присутствіе обоихъ разнѣжающихъ принциповъ возможно, даже вѣроятно и имѣло мѣсто при прежнемъ состояніи земли; между тѣмъ какъ наши постоянныя наблюденія, какъ

въ массивныя — родъ кругооборота горныхъ породъ *); между тѣмъ на основаніи господствующаго плутоическаго возрѣнія процессъ вывѣтриванія въ настоящее время одинъ исключительно играетъ важную роль и измѣняетъ постоянно въ опредѣленномъ направленіи верхній слой нашей планеты.

И такъ (какъ уже сказано) мы не будемъ касаться многочисленныхъ существующихъ еще противорѣчій и при нашихъ геологическихъ разсмотрѣніяхъ ограничимся процессомъ вывѣтриванія, въ отношеніи къ которому возрѣнія различныхъ направленій не отличаются другъ отъ друга. Какъ образовались кристаллическія горныя породы, имѣемъ ли мы въ нихъ дѣло (принимая первоначальную очень высокую температуру земнаго шара) съ остатками когда-то жидкихъ каменныхъ массъ, или уже съ вторичными образованиями, продуктами ихъ измѣненія, дѣйствовала-ли въ первомъ случаѣ очень горячая, но жидкая вода, или-же мы не вправѣ сдѣлать подобнаго предположенія, — все это мы оставимъ въ сторонѣ, какъ не имѣющее прямаго отношенія къ нашей задачѣ.

Если мы для лучшаго обзора химическаго состава и ближайшей геогностической группировки сдѣлаемъ извѣстное раздѣленіе массивныхъ горныхъ породъ, то этимъ мы преслѣдуемъ только что указанную цѣль и вовсе не высказываемъ нашего возрѣнія относительно общаго способа происхожденія такихъ породъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда это окажется необходимымъ, мы даже будемъ причислять къ массивнымъ горнымъ породамъ и такія, которыя, какъ показываютъ новѣйшія изслѣдованія, были подвергнуты вліянію вторичныхъ процессовъ; мы будемъ дѣлать это потому, что намъ кажется невозможнымъ провести, на основаніи происхожденія, дѣйствительно

въ природѣ, такъ въ лабораторіи, производится при такихъ низкихъ давленіяхъ, что оба принципа, кажется, какъ бы не исключаютъ другъ друга и даже простое представленіе о раскаленной жидкой водѣ возбуждаетъ мысль о невозможности подобнаго факта.

*) Если послѣдовательно прослѣдить представленіе о поперебѣнномъ образованіи и распаденіи обѣихъ группъ горныхъ породъ и, строго придерживаясь притомъ неоплутическаго возрѣнія, объяснять химическими реакціями поднятія, развитіе теплоты во внутренности земли и т. д. и заставить всѣ эти процессы повторяться безконечное число разъ, то весьма легко придти въ серьезное столкновеніе съ закономъ сохраненія силы, столкновеніе, котораго можно избѣжать, принимая дальнѣйшее, дополнено искусственное положеніе, что накопленныя растительнымъ міромъ силы въ концѣ концовъ производить (черезъ возстановленія и пр.) процессъ, противоположный вывѣтриванію, (Antiverwitterungsprocess).

рѣзкую границу, а также потому, что для нашей цѣли характернымъ признакомъ является еще мало измѣненный составъ. И такъ перейдемъ къ химическому и минералогическому разсмотрѣнію этихъ массивныхъ породъ.

Кремнеземъ есть преобладающая составная часть всѣхъ кристаллическихъ массивныхъ горныхъ породъ, и между ними нѣтъ ни одной, которая, по крайней мѣрѣ на половину всей массы своей, не состояла бы изъ кремнезема. Содержаніе послѣдняго въ различныхъ породахъ колеблется приблизительно между $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ всей массы. Кромѣ кремнезема также глиноземъ (10—20%), окись и закись желѣза, закись марганца, известь, магнезія, кали и натръ, въ меньшихъ и измѣняющихся количествахъ, суть постоянныя составныя части всѣхъ этихъ горныхъ породъ.

По относительному содержанію этихъ химическихъ составныхъ частей массивныя горныя породы распадаются на двѣ естественныя группы, правда не совсѣмъ рѣзко отграничивающіяся одна отъ другой, но достаточно характеризующіяся однородными признаками. Одна группа *богата кремнеземомъ*, и принадлежащія сюда горныя породы могутъ быть названы *кислыми силикатами*. Другая группа относительно *бѣдна кремнеземомъ*, и горныя породы, принадлежащія сюда, могутъ быть названы *основными силикатами*. Первая группа содержитъ *незначительное количество желѣза, извести, глинозема*, вторая содержитъ *большія количества* этихъ веществъ. Первая *богата щелочами*, послѣдняя *бѣдна* ими. Обѣ группы относятся чрезвычайно различно къ процессу вывѣтриванія, который, какъ уже сказано, есть важный моментъ при образованіи почвы.

Первая группа кислаго характера, которую можно назвать также группою *кремне-глинисто-щелочныхъ горныхъ породъ* *), обнимаетъ слѣдующія болѣе извѣстныя горныя породы: *гранитъ, гнейсъ, слюдяной сланецъ, порфиръ и трахитъ*.

Химическій составъ этой группы колеблется между слѣдующими цифрами:

Кремневой кислоты	54 — 79	%
Глинозема	10 — 23	%
Окиси (закиси) желѣза	0,8 — 7	%
Закиси марганца	0 — 0,5	%

*) См. Girard: Bodenkunde 1868. стр. 72.

Извести	0,1— 4 $\frac{0}{10}$
Магнєзія	0,1— 1,5 $\frac{0}{10}$
Кали	1,3— 8 $\frac{0}{10}$
Натра	0,4— 9 $\frac{0}{10}$
Воды	0,4— 1,5 $\frac{0}{10}$

Вторая группа болѣе основнаго характера, которую также можно назвать группою *кремне-жельзисто-известковыхъ горныхъ породъ* *), обнимаешь собою слѣдующія болѣе извѣстныя породы:

Сіенитъ, трюнитейтъ **), *меладиръ, долеритъ и базальтъ* ***).

Химическій составъ этой группы колеблется между слѣдующими цифрами:

Кремневая кислота	42 — 63 $\frac{0}{10}$
Глиноземъ	10 — 21 $\frac{0}{10}$
Окись (закись) желѣза	4 — 17 $\frac{0}{10}$
Закись марганца	0 — 0,5 $\frac{0}{10}$
Известь	1,8—15 $\frac{0}{10}$
Магнєзія	1,1—11 $\frac{0}{10}$
Кали	0,1—8 $\frac{0}{10}$
Натръ	0,2—8 $\frac{0}{10}$
Вода	0,2—3,3 $\frac{0}{10}$

Приведенныя числа достаточно подтверждаютъ сказанное о составѣ. Однако и для нашей цѣли мы не можемъ довольствоваться этими общими данными о составныхъ частяхъ различныхъ горныхъ породъ, потому что, хотя горныя породы, входящія въ группы, и

*) См. тамъ же.

**) Сюда принадлежатъ гиперитъ и діоритъ.

***) Это дѣленіе, не заключающее въ себѣ никакой теоріи, въ сущности тождественно съ тѣмъ, которое принялъ Бушнень, основываясь на положеніи, казавшемся тогда вѣрнымъ, что всѣ «плутоническія» и «вулканическія» горныя породы можно и должно разсматривать, какъ смѣси двухъ, по химическому составу, крайнихъ конечныхъ членовъ. Ихъ называли нормально-трахитовыми и нормально-пироксеновыми горными породами. Хотя лежащая въ основаніи этого дѣленія гипотеза образованія всѣхъ этихъ горныхъ породъ изъ двухъ огненно-жидкихъ маточныхъ расколовъ внутренности земли и должна была пасть, особенно вслѣдствіе очень недостаточнаго согласія вычисленій, тѣмъ не менѣе принятіе обоихъ конечныхъ членовъ практически совпадало бы съ сдѣланнымъ здѣсь раздѣленіемъ. Нормально-трахитовая горная порода была бы въ то же время крайнимъ членомъ нашей первой группы, нормально-пироксеновая порода—крайнимъ членомъ нашей второй группы.

имѣютъ много общаго, но представляютъ также и значительныя различія. Поэтому мы присоединяемъ для каждой группы небольшое число отдѣльныхъ анализовъ.

Кремне-глинисто-щелочныя горныя породы ¹⁾.

	гранитъ ²⁾		гнейсъ ³⁾		слан. ⁴⁾	порфиръ ⁵⁾	трахитъ ⁶⁾
	I	II	I	II			
Кремневая кисл.	72,0%	68,6%	67,3%	74,5%	79,5%	75,2%	64,2%
Глиноземъ . . .	15,6%	14,4%	16,1%	15,2%	13,4%	10,9%	17,0%
Закись желѣза .	1,5%	5,0%	4,5%	1,9%	3,9% *)	3,2%	6,7% *)
Закись марганца	0,3%	—	—	—	—	—	—
Известь.	1,3%	3,9%	3,9%	1,1%	0,7%	0,5%	0,5%
Магnezія	0,3%	0,4%	1,5%	0,6%	1,0%	0,4%	0,2%
Кали.	5,0%	2,8%	5,1%	4,6%	4,7%	3,1%	4,4%
Натръ.	2,3%	3,4%	3,0%	2,9%	0,4%	4,0%	5,1%
Вода	0,8%	1,1%	0,4%	—	0,8%	0,7%	1,0%

Кремне-железисто-известковая горныя породы.

	сизанитъ ⁷⁾	диоритъ ⁸⁾	гиперитъ ⁹⁾	мелafirъ ¹⁰⁾	долеритъ ¹¹⁾		базальтъ ¹²⁾
					I.	II.	
Кремневая кисл.	53,1%	54,7%	50,0%	59,2%	51,8%	48,2%	44,9%
Глиноземъ. . . .	17,7%	15,7%	16,0%	15,1%	14,2%	10,2%	17,6%
Закись желѣза .	8,3%	8,1%	7,0%	14,7% *)	16,0%	13,6%	15,1%
Известь.	5,8%	7,8%	14,5%	4,6%	7,9%	14,6%	12,8%
Магnezія'	2,1%	5,9%	10,1%	1,5%	4,7%	7,4%	9,7%
Кали.	3,2%	3,8%	0,6%	1,7%	1,5%	3,7%	0,9%
Натръ	3,0%	2,9%	1,7%	3,0%	3,7%	1,0%	0,2%
Вода.	1,3%	1,9%	1,5%	1,6%	0,8%	1,9%	0,6%

¹⁾ Эти анализы заимствованы изъ упомянутого сочиненія Жирарда.

²⁾ Мѣсто находенія гранита I близъ Гейдельберга II въ Ирландіи.

³⁾ Мѣсто находенія гнейса I Бразиліи, II Саксоніи.

⁴⁾ Швейцарія.

⁵⁾ Норвегія.

⁶⁾ Зибенгебирге.

⁷⁾ Тироль.

⁸⁾ Гарцъ.

⁹⁾ Саксонія.

¹⁰⁾ Тюрингенскій лѣсъ.

¹¹⁾ I Гессенъ, II Ваденъ.

¹²⁾ Силезія.

*) Fe₂O₃.

Эти анализы приблизительно указывают на тѣ отклоненія отъ среднихъ чиселъ, которыя представляютъ горныя породы каждой изъ обѣихъ группъ.

Однако-же чтобы составить себѣ какое-нибудь представленіе о тѣхъ измѣненіяхъ, которыя претерпѣваютъ различныя горныя породы при вывѣтриваніи, разсматриваемомъ нами какъ моментъ образованія почвы, мы должны познакомиться съ ближайшею группировкою отдѣльныхъ химическихъ составныхъ частей этихъ горныхъ породъ, т. е. рядомъ съ химическимъ характеромъ горныхъ породъ обратитъ вниманіе и на минералогическій ихъ характеръ.

Первая группа кремне-глинисто-щелочныхъ горныхъ породъ имѣетъ слѣдующія ближайшія минералогическія составныя части: кварцъ, представляющій окристаллизованную свободную кремневую кислоту и изъ силикатовъ, насколько они характерны для отдѣльныхъ горныхъ породъ: полевои шпаты (ортокласъ, сандинъ), олигокласъ и слюда. Мы тотчасъ разсмотримъ нѣсколько ближе составъ и свойства этихъ минераловъ.

Вторая группа кремне-железисто-известковыхъ горныхъ породъ характеризуется отсутствіемъ свободной кремневой кислоты, и содержитъ, смотря по породѣ, силикаты: полевои шпаты (олигокласъ, лабрадоръ), авгитъ (гиперстенъ) и роговую обманку.

Смотря по тому, какъ соединяются эти отдѣльные минералы, образуются различныя виды горныхъ породъ. Общаго относительно этого соединенія можно сказать только то, что все *) горныя породы первой группы содержатъ *щелочной полевои шпаты*, т. е. ортокласъ, сандинъ (стекловатый полевои шпаты, состава какъ ортокласъ) или олигокласъ; все же горныя породы второй группы содержатъ *роговую обманку или авгитъ*. Это служитъ достаточнымъ признакомъ, объясняющимъ удовлетворительно свойства и составъ горныхъ породъ обѣихъ группъ.

Ближайшія минералогическія составныя части *гранита* и *гнейса* суть кварцъ, слюда и калиевый полевои шпаты (ортокласъ), въ разныхъ количествахъ, и именно это послѣднее обстоятельство, вмѣстѣ съ нѣкоторыми различіями въ структурѣ, служитъ поводомъ къ различенію гранита и гнейса. Гранитъ нѣсколько богаче (60—80%) полевымъ шпатамъ, чѣмъ гнейсъ (50—70%), у котораго двѣ дру-

*) Слюдной сланецъ, который часто бываетъ почти свободенъ отъ полевого шпата, составляетъ единственное исключеніе изъ этого правила.

гія составныя части преобладають. Наконецъ у *слюдянаго сланца* полевой шпатъ исчезаетъ совсѣмъ, или почти совсѣмъ, и тогда онъ содержитъ, какъ существенныя составныя части, только кварцъ и слюду.

Порфиръ въ сущности есть тѣсная смѣсь ортокласа и кварца; слюда-же является какъ случайная составная часть его.

Основная масса *Трахита* состоитъ изъ санидина съ олигокласомъ, или безъ него, сверхъ того въ него входятъ и другія случайныя составныя части.

Такимъ образомъ относительно ближайшаго минералогическаго состава горныхъ породъ первой группы можно сказать, что онъ рядомъ съ щелочнымъ полевымъ шпатомъ (послѣдній почти исчезаетъ у слюдянаго сланца) содержитъ въ очень различныхъ количествахъ, смотря по породѣ, кварцъ и слюду.

Теперь обратимся къ ближайшему составу горныхъ породъ второй группы.

Сіэитъ состоитъ главнымъ образомъ изъ щелочнаго полевого шпата (ортокласъ или олигокласъ) и роговой обманки; *Грюнштейнъ* изъ известковаго полевого шпата (лабрадора) или олигокласа и изъ роговой обманки или авгита. Остальныя три горныя породы этой группы какъ характерную составную часть содержатъ всегда авгитъ. *Меллафиръ* содержитъ олигокласъ и авгитъ. *Долеритъ* и *базальтъ* состоятъ главнымъ образомъ изъ лабрадора и авгита, первый содержитъ обѣ составныя части поровну и въ большихъ кристаллахъ, у послѣдняго лабрадоръ преобладаетъ и находится въ очень маленькихъ кристаллахъ, и въ то же время послѣдній (базальтъ) содержитъ всегда незначительное количество магнитной окиси желѣза.

Такимъ образомъ эти горныя породы, рядомъ съ авгитомъ или роговою обманкою, весьма близкими по составу, содержатъ полевошпатовую составную часть, ортокласъ или олигокласъ, приближающіе ихъ по составу и свойствамъ къ первой группѣ, или лабрадоръ, дѣлающій ихъ еще болѣе бѣдными щелочами, но зато болѣе богатыми известью.

Мы значительно пополнимъ нашъ обзоръ горныхъ породъ, если изучимъ составъ и свойства немногихъ минералогическихъ составныхъ частей ихъ. Прежде всего посмотримъ на составъ полевошпатныхъ минераловъ, съ одной стороны, и роговой обманки и авгита съ другой. Если мы сравнимъ значительное число полевыхъ шпатовъ изъ различныхъ мѣстъ нахожденія, то получимъ слѣдующія числа:

	Каліевый полевоы шпатъ (ортоклазъ, санидинъ).	натровый полевоы шпатъ (олиго- клазъ).
Кремневая кислота	65,6—67,0%	62,0—63,9%
Глиноземъ	16,5—20,9%	21,2—23,9%
Окись желѣза	0,9— 1,6%	0— 2,5%
Известь	0,1— 1,5%	1,1— 3,5%
Магнезія	0,2— 0,9%	0,6— 0,8%
Кали	7,9—12,8%	1,2— 4,3%
Натръ	2,0— 4,6%	5,9— 9,5%

Составъ обоихъ щелочныхъ полевыхъ шпатовъ почти одинаковъ, какъ видно изъ таблицы : только щелочи распредѣлены неодинаково, почему оба минерала и различаются между собою—какъ каліевый полевоы шпатъ и натровый полевоы шпатъ.

Другіе минералы, входящіе, кромѣ только что названныхъ, въ составъ первой группы: кварцъ и слюда; первый представляетъ болѣе или менѣе чистую кремневую кислоту, второй есть силикатъ, отличающійся богатствомъ кали (5,6—9,5%), а въ нѣкоторыхъ разновидностяхъ магнезіи, не интересный для насъ, такъ какъ чрезвычайно трудно разлагается вывѣтриваніемъ. При разрушеніи горъ и образованіи почвы, слюда, какъ и кристаллическій кварцъ, главнымъ образомъ, играетъ роль механической примѣси, менѣе въ силу своего химическаго состава, совершенно противоположно полево-шпатнымъ минераламъ, которые легко вывѣтриваются, почему составъ ихъ заслуживаетъ точнаго изученія.

Сообразно съ этимъ различныя горныя породы первой группы чрезвычайно сходны между собою относительно явленій разрушенія при вывѣтриваніи. Всюду полево-шпатный минералъ является сѣдальцемъ этихъ химическихъ превращеній, и различныя породы лишь тѣмъ отличаются другъ отъ друга, что въ одномъ случаѣ полеваго шпата больше, чѣмъ въ другомъ, въ одномъ случаѣ преобладаетъ каліевый, въ другомъ натровый полевоы шпатъ. Принадлежность этихъ горныхъ породъ къ первой группѣ послѣ только что сказаннаго, рѣзче бросается въ глаза, чѣмъ послѣ разсмотрѣнія ихъ элементарнаго состава, не различающаго вывѣтривающіеся элементы породъ отъ невывѣтривающихся.

Не такъ простъ результатъ сходнаго разсмотрѣнія другой группы. Здѣсь рядомъ съ полево-шпатными минералами мы встрѣчаемъ, какъ

вполнѣ характерную составную часть, авгитъ или роговую обманку; и составъ этихъ минераловъ насъ долженъ интересовать, поэтому прежде всего. Вотъ этотъ составъ:

	Роговая обманка.	Авгитъ (гиперстенъ, пироксенъ).
Кремневая кислота	40,3—43,8 ⁰ / ₀	47,4—51,8 ⁰ / ₀
Глиноземъ	9,3—16,4 ⁰ / ₀	0,4— 8,1 ⁰ / ₀
Окись желѣза	—	0— 5,8 ⁰ / ₀
Закись желѣза	15,3—21,8 ⁰ / ₀	7,8—21,3 ⁰ / ₀
Известь	12,1—13,8 ⁰ / ₀	3,1—20,0 ⁰ / ₀
Магnezія	11,7—13,4 ⁰ / ₀	12,8—21,3 ⁰ / ₀
Кали.	—	—
Натръ	—	—

Уже съ перваго взгляда оказывается, что составъ обоихъ минераловъ представляетъ большое сходство и, напротивъ, чрезвычайно отличается отъ состава полевошпатныхъ минераловъ. Щелочи здѣсь совсѣмъ исчезаютъ, напротивъ, щелочныхъ земель находимъ большія количества, также особенно закиси желѣза и магнезию. Характерное для породъ второй группы содержаніе обоихъ этихъ минераловъ оправдываетъ вполнѣ названіе ихъ: кремне-желѣзисто-известковые горныя породы.

Вторая существенная составная часть этихъ породъ бываетъ отчасти щелочной полевой шпатъ, именно въ сіенитѣ и мелафирѣ, а также случайно въ грюнштейнѣ, и тогда породы эти, по отношенію къ вывѣтриванію и образованію почвы, приближаются къ первой группѣ; или же, кромѣ авгита и роговой обманки, они содержатъ еще известковый полевой шпатъ (лабрадоръ), какъ въ долеритѣ, или еще въ большемъ количествѣ въ базальтѣ, случайно также въ діабазѣ (разновидность грюнштейна), а такъ какъ лабрадоръ не принадлежитъ къ минераламъ, абсолютно не поддающимся вывѣтриванію, то мы должны обратить вниманіе и на его составъ.

	Лабрадоръ.
Кремневой кислоты	52,2—53,7 ⁰ / ₀
Глинозема	26,7—29,2 ⁰ / ₀
Окиси желѣза.	1,8— 3,5 ⁰ / ₀
Извести	8,6—13,1 ⁰ / ₀

	Лабрадоръ.	
Магнезін	0,4—	0,9 ⁰ / ₁₀
Кали	0,6—	1,5 ⁰ / ₁₀
Натръ	1,4—	5,0 ⁰ / ₁₀ .

Такимъ образомъ въ лабрадорѣ мы имѣемъ минералъ, который по составу своему приближается къ щелочнымъ полевымъ шпатамъ, только бѣднѣ ихъ кремневой кислотою и нѣсколько богаче глиноземомъ, и, что для насъ особенно важно, вмѣсто большого количества щелочей содержитъ известъ. Минералогіи вслѣдствіе этого причисляютъ лабрадоръ къ полевымъ шпатамъ, и мы уже воспользовались такимъ обозначеніемъ.

Характеръ горныхъ породъ, въ которыхъ, вмѣсто какой-либо другой полевошпатовой составной части, содержится этотъ богатый известью полевой шпатъ (лабрадоръ), опредѣляется самъ собою. Эти горныя породы въ лабрадорѣ будутъ обладать источникомъ небольшихъ количествъ щелочей, хотя и будутъ кали содержать въ среднемъ гораздо меньше, чѣмъ сіэнитъ, въ который входитъ щелочной полевой шпатъ, онѣ будутъ богаче сіэнита и мелафира известью и т. д.

У отдѣльныхъ разновидностей, причисляемыхъ по геогностическимъ причинамъ къ принятымъ нами видамъ горныхъ породъ, встрѣчаются конечно до извѣстной степени, исключенія, вслѣдствіе разнообразныхъ замѣщеній между отдѣльными составными частями. Такъ существуютъ очень бѣдные калиемъ сіэниты, когда полевой шпатъ ихъ, очень бѣдный калиемъ, олигокласъ, такъ существуютъ довольно богатые калиемъ долериты, если въ нихъ входятъ другіе элементы *) горныхъ породъ, недостаточно еще изслѣдованные минералогически. Вообще нельзя дать строгихъ правилъ относительно состава горныхъ породъ.

Горная порода, именно съ химической точки зрѣнія, не есть такая постоянная величина, чтобы можно было напередъ безошибочно сказать, какъ она будетъ относиться при вывѣтриваніи, образованіи почвы и, наконецъ, при питаніи растенія.

Намъ остается еще сказать нѣсколько словъ о доступности вывѣтриванію минералогическихъ составныхъ частей горныхъ породъ второй группы, не касаясь впрочемъ здѣсь еще химической стороны этого про-

*) Здѣсь необходимо упомянуть о богатомъ калиемъ лейцитѣ, какъ случайномъ элементѣ горныхъ породъ.

цесса. Уже изъ того обстоятельства, что мы подвергнули составъ всѣхъ этихъ минераловъ ближайшему разсмотрѣнію, можно заключить, что они принимаютъ участіе въ химизмъ вывѣтриванія и не играютъ роль только въ силу ихъ механическихъ особенностей, какъ кварцъ и слюда, такъ какъ мы приняли за правило, при изложеніи этихъ запутанныхъ отношеній, не отягощать память балластомъ, не нужнымъ для нашей цѣли. Однако, вывѣтриваніе характерныхъ для второй группы составныхъ частей идетъ гораздо медленнѣе, чѣмъ вывѣтриваніе богатыхъ кремнеземомъ щелочныхъ полевыхъ шпатовъ. Кромѣ того, здѣсь являются различія для нѣскольکو различно составленныхъ разновидностей одного и того же вида, какъ напр. авгита.

Если мы сравнимъ разрушаемость различныхъ элементовъ горныхъ породъ, съ которыми мы здѣсь имѣемъ дѣло, то придемъ приблизительно къ слѣдующему обзору. Изъ всей полевошпатовой группы олигоклазъ разрушается легче всего, хотя ему мало уступаетъ въ этомъ отношеніи калиевый полевой шпатъ; лабрадоръ, напротивъ, наиболѣе противостоитъ вывѣтриванію. У авгита необходимо отличать, по крайней мѣрѣ, двѣ разновидности, относительно дѣйствія на него атмосферныхъ вліяній. Обыкновенный авгитъ, входящій въ составъ базальта, содержащій мало кремнезема, но много щелочной земли и глинозема, разлагается легко, между тѣмъ какъ листоватый авгитъ или гиперстенъ, къ которому относится обратное, болѣе противостоитъ вывѣтриванію; но и онъ, при дѣйствіи атмосферныхъ вліяній, измѣняется легче, чѣмъ лабрадоръ, какъ это можно наблюдать при вывѣтриваніи горныхъ породъ, заключающихъ въ себѣ оба эти минерала. Роговая обманка, кажется, труднѣе *) разрушается, чѣмъ авгитъ, по крайней мѣрѣ труднѣе, чѣмъ обыкновенный авгитъ.

Такимъ образомъ главные горныя породы такъ называемыхъ первобытныхъ горъ достаточно охарактеризованы для нашей цѣли. Но необходимо еще сдѣлать нѣкоторые дополненія, которыя намъ будутъ нужны также впоследствии.

До сихъ поръ, не касаясь специально питательныхъ веществъ растений, мы не упоминали вовсе о фосфорной и сѣрной кислотахъ, хотя обѣ онѣ постоянно встрѣчаются во всякой плодородной почвѣ. Въ почву онѣ попадаютъ и независимо отъ воли человѣка, что доказывается роскошною дикою растительностью, содержащею какъ

*) Въ діоритѣ, по большей части, роговая обманка долѣе держится, чѣмъ лабрадоръ. Ср. Girard. Bodenkunde, 1868, стр. 270.

сѣру, такъ и фосфоръ, изъ чего слѣдуетъ, что и въ продуктахъ распаденія горныхъ породъ, обозначаемыхъ названіемъ «почва», которыхъ не касалась человѣческая рука, всегда находится сѣра и фосфоръ, содержащій матеріалъ. Если же почвы и не всегда образуются прямо чрезъ вывѣтриваніе массивныхъ породъ, то, во всякомъ случаѣ, какъ мы увидимъ скоро, посредственно это имѣетъ мѣсто. Поэтому мы имѣемъ право искать въ этихъ породахъ названныхъ веществъ. Что касается фосфора, то небольшія количества его можно доказать почти во всѣхъ массивныхъ горныхъ породахъ и только геогности постоянно упускали это изъ виду. Всѣ горныя породы, изслѣдованныя въ этомъ направленіи при помощи чувствительныхъ реактивовъ, показывали, если и незначительныя, все же приблизительно соотвѣтствующія содержанію въ почвѣ количества этого вещества.

Въ нижеслѣдующихъ породахъ, послѣ того какъ земледѣльческіе химики обратили на нихъ вниманіе, было найдено *):

Въ гранулитѣ (Пенигъ)	0,63 ⁰ / ₁₀ РН ³ О ⁴
» гранитѣ (Гольсдорфъ).	0,58
» гранитномъ пескѣ (Бургшtedтъ)	0,68
» гнейсѣ (Гербисдорфъ)	0,78
» гнейсовомъ пескѣ (Пенигъ)	слѣды
» полевоомъ шпатѣ (Роксбургъ)	1,70
» базальтѣ (Ландбергъ).	1,11
» мелафирѣ (Плауэнск. ущелье).	0,30
» сіенитѣ (тамъ же).	0,18
» гнейсѣ (Тарандъ)	0,25

Какъ видно, содержаніе фосфорной кислоты **) въ этихъ горныхъ породахъ очень значительно, особенно если подумать о томъ, что даже въ плодородныхъ почвахъ она едва ли превышаетъ 0,1⁰/₁₀, и это обстоятельство вполне объясняетъ происхожденіе драгоценной для питанія растений фосфорной кислоты. Последняя въ кристаллическихъ горныхъ породахъ, большею частью, соединена съ известью, въ видѣ апатита, въ напластованныхъ же породахъ минералогическая форма ея часто иная.

*) Всѣ эти данныя взяты у Штекгарта см. Landw. Versuchst., 1859, стр. 178 и 1861, стр. 105.

**) Ср. также Гаспаренъ: Annal. d. Landw. Monatsbl., 1870, стр. 80.

Почти тоже самое можно сказать и относительно сѣры; при болѣе-иниствѣ анализовъ массивныхъ горныхъ породъ, на нее не было обращено также вниманія, но всякій разъ, когда ее искали, находили ее въ видѣ сѣрнокислыхъ солей. *Струве* показалъ, что изъ цѣлаго ряда чешскихъ горныхъ породъ *) помощью воды, насыщенной углекислотой при высокомъ давленіи, можно извлечь сѣрнокислосое кали или также сѣрнокислый натрѣ. Сверхъ того еще необходимо указать на содержащія сѣру рудныя жилы, встрѣчающіяся въ кристаллическихъ горныхъ породахъ, напр. сѣрный колчеданъ. Подобныя вещества окисляются на воздухѣ и образуютъ сѣрнокислыя соли, которыя при посредствѣ источниковъ и грунтовыхъ водъ разносятся на далекія разстоянія.

Всѣ остальные огнепостоянныя питательныя вещества растений, какъ показываютъ анализы кристаллическихъ горныхъ породъ, находятся въ послѣднихъ въ значительныхъ количествахъ и, можно прибавить, почти въ большихъ количествахъ, чѣмъ сколько ихъ было бы нужно въ почвѣ, если бы онѣ были въ надлежащей химической формѣ. Это больше всего относится къ желѣзу, также къ кали, и вообще говоря, къ извести и магнезін. Оба послѣднія вещества въ нѣкоторыхъ породахъ первой группы, какъ напр. въ трахитѣ, порфирѣ, слюдяномъ сланцѣ, встрѣчаются часто въ очень ничтожныхъ количествахъ, понижающихся до малыхъ дробей процента, что, по крайней мѣрѣ, по отношенію къ извести, должно считаться недостаточнымъ для нѣкоторыхъ культуръ, такъ какъ известь въ почвѣ не только играетъ роль прямого питательнаго вещества, но, кромѣ того, выполняетъ еще и другія функціи, о которыхъ будемъ говорить впослѣдствіи. Если, напротивъ, въ почвахъ, содержащихъ элементы названныхъ кристаллическихъ породъ еще въ неизмѣненномъ видѣ, являются признаки недостатка кали, то почти всегда виною этому неудобная химическая форма (нерастворимость) этого вещества, такъ какъ всякая изъ названныхъ выше горныхъ породъ содержитъ значительныя количества кали **), во много разъ превышающія содержаніе его въ самыхъ плодородныхъ почвахъ.

*) Были изслѣдованы три фюолита, много базальтовъ, порфиръ изъ Теплица, гнейсъ изъ Виллина и гранитъ изъ Карльсбада. Также А. Митчерлихъ нашель, сѣрную кислоту въ гранатѣ.

**) Это относится даже къ болѣе бѣднымъ кали базальтамъ и грюнтштейнамъ, ср. анализы на стр. 13.

ДВАДЦАТЬ ПЯТАЯ ЛЕКЦІЯ.

Происхожденіе почвы. — Вывѣтриваніе. — Перемѣщеніе вывѣтренныхъ массъ.

Въ послѣдней лекціи мы сдѣлали довольно подробный обзоръ состава массивныхъ кристаллическихъ горныхъ породъ. Обзоръ этотъ для насъ имѣетъ большую важность, такъ какъ породы эти посредственно или непосредственно доставляютъ матеріалъ для образованія огнестойкой части каждой почвы.

Твердыя горныя породы, въ первоначальномъ неизмѣненномъ ихъ видѣ, не могутъ служить мѣстомъ произростанія высшихъ растений, уже вслѣдствіе одной только механической связи ихъ частицъ, препятствующей прониканію корней, и исключеніе составляютъ только тѣ вулканическія породы, которыя по самому происхожденію своему имѣютъ порошкообразный видъ. Одни непрехотливыя лишай, органы зацѣпленія которыхъ, при помощи кислыхъ выдѣленій, добываютъ, кажется, бѣдную пищу, обитаютъ непривѣтливыя голыя скалы, оживляя ихъ пестрыми поясами разнообразныхъ красокъ.

Для образованія хоть нѣсколько урожайной почвы изъ этого трудно-разрушаемаго матеріала, необходимо еще содѣйствіе новаго момента, именно *вывѣтриванія*, заставляющаго поверхностный слой скалы распадаться сначала на большіе и затѣмъ все на болѣе и болѣе мелкіе куски.

Этотъ же моментъ долженъ также предшествовать образованію флѣцовыхъ породъ изъ массивныхъ, которыя мы до сихъ поръ изучали. Но здѣсь присоединяется опять новый моментъ, а потому мы рассмотримъ сначала происхожденіе такъ называемой «коренной» почвы, т. е. не перенесенной еще съ мѣста ея образованія, какъ болѣе простой случай.

И такъ мы рассмотримъ тотъ случай, когда горныя породы обѣихъ группъ подвергаются всѣмъ атмосферическимъ дѣятелямъ вывѣтриванія, но весь процессъ происходитъ въ такомъ мѣстѣ, гдѣ перемѣщеніе и отдѣленіе продуктовъ вывѣтриванія невозможно и развѣ только возможенъ стокъ просачивающихся водъ и растворенныхъ въ нихъ веществъ. Отъ этого простаго случая, мы перейдемъ затѣмъ къ разсмотрѣнію болѣе сложнаго явленія, предполагающаго перемѣщеніе продуктовъ вывѣтриванія.

Относительно явленій, принадлежащихъ сюда, какъ уже было упомянуто, возрѣнія плутонистовъ и нештунистовъ не отличаются другъ отъ друга и вообще представленія послѣдователей обоихъ направленій о процессѣ преобразованія массивныхъ горныхъ породъ въ наносныя и другія новообразованія, въ сущности тождественны. Спорные пункты обоихъ геологическихъ возрѣній принадлежать совершенно другой области, касающейся насъ очень мало.

Плутонисты принимаютъ, что преобразованія на поверхности земли происходятъ въ одномъ и томъ же направленіи, такъ что плутоническія породы, условій новообразованія которыхъ въ настоящее время не достаесть *), — постоянно все болѣе и болѣе исчезаютъ; напротивъ, число и важность нештуническихъ пластовъ безпрерывно возрастаетъ. Противоположно этому, новѣйшіе нештунисты доказываютъ, что рядомъ съ непрерывнымъ переходомъ кристаллическихъ горныхъ породъ въ слонистыя (явленіе всюду наблюдаемое и потому не подлежащее сомнѣнію) существуетъ еще обратный переходъ слонистыхъ породъ въ кристаллическія массивныя, совершающійся вслѣдствіе особыхъ химическихъ и физическихъ процессовъ, въ ближайшее разсмотрѣніе которыхъ мы входить однако не будемъ. На основаніи этой гипотезы, всѣ геологическія явленія разсматриваются какъ члены большаго круговаго процесса.

Атмосферныя вліянія, производящія вывѣтриваніе обнаженныхъ твердыхъ кристаллическихъ горныхъ породъ, двоякаго рода: *химическія* и *физическія*. Дѣйствіе послѣднихъ общеизвѣстно и потому о нихъ мы скажемъ только нѣсколько словъ.

Поперемѣнному измѣненію температуръ, иногда очень внезапно, которому подвержены всѣ безъ исключенія тѣла, находящіяся на земной поверхности, вслѣдствіе связаннаго съ нимъ неравномѣрнаго измѣненія объема неоднородныхъ составныхъ частей горныхъ породъ, приписывается огромное вліяніе на разрушеніе послѣднихъ. Въ самомъ дѣлѣ, всѣ безъ исключенія кристаллическія горныя породы, съ которыми мы познакомились въ послѣдней лекціи, состоятъ изъ двухъ или болѣе минераловъ, которые вообще чрезвычайно неодинаково расширяются при одинаковомъ измѣненіи температуры. Не подлежитъ сомнѣнію, что значеніе этого механическаго момента вывѣтриванія часто преувеличивается, такъ какъ мы видимъ, что

*) За исключеніемъ мѣстныхъ вулканическихъ явленій и ожидаемыхъ изверженій огненно-жидкихъ массъ.

многія изъ кристаллическихъ горныхъ породъ значительно противустоятъ этому вліянію. Достаточно указать только на древнія египетскія архитектурныя произведенія, вѣшняя поверхность которыхъ, въ продолженіи тысячелѣтій, не поддавалась названнымъ вліяніямъ, напр. на гранитныя обелиски, поставленныя Наполеономъ I въ Парижѣ на площади Согласія. Можно, кажется, совершенно опредѣленно сказать, что часть кристаллическихъ горныхъ породъ, не смотря на теорію поперебѣннаго расширенія и сжатія, вполнѣ противустоятъ разрушенію и потому, въ большинствѣ случаевъ, можно сомнѣваться въ значеніи этого момента.

Далѣе, механическое разрушеніе, говорятъ, производится скопляющеюся въ трещинахъ горныхъ породъ водою, которая *весьма значительно расширяется при замерзаніи*, раздвигаетъ трещины и содѣйствуетъ такимъ образомъ въ значительной степени измельченію большихъ каменныхъ массъ. Отрицать это вліяніе невозможно; изъ ежедневнаго опыта намъ извѣстно расширяющее дѣйствіе воды при замерзаніи; находясь даже въ открытыхъ бутылкахъ, она можетъ ихъ разрывать. Однако при этомъ нужно замѣтить, что съ одной стороны, для проявленія этого дѣйствія замерзающей воды, въ скалахъ предварительно должны существовать трещины и щели, съ другой же стороны, морозъ на большихъ пространствахъ земной поверхности есть неизвѣстное явленіе и слѣдовательно не можетъ считаться моментомъ вывѣтриванія; во всякомъ случаѣ, собственно измельченіе въ порошокъ подобнымъ путемъ не мыслимо, если ему не предшествовали уже химическія дѣйствія.

Третьимъ, чисто механическимъ моментомъ вывѣтриванія считается *сила падающей дождевой воды*. «Падающая капля камень точитъ». Истина эта вошла въ поговорку, показывающую намъ все могущество времени, дѣлающее возможнымъ для незначительныхъ силъ произведеніе значительнаго дѣйствія. Но именно такое употребленіе предъидущаго предложенія служить доказательствомъ того, что въ силѣ падающей воды, въ короткое время, мы имѣемъ дѣло съ очень ничтожной силой.

Изъ всего предъидущаго изложенія ясно, что при началѣ вывѣтриванія, по крайней мѣрѣ, въ томъ случаѣ, когда не происходитъ перемѣщенія разрушеннаго матеріала, *механическія силы* не играютъ большой роли, такъ какъ еще какихъ бы то ни было силъ того же рода не существуетъ при принятыхъ обстоятельствахъ. Только впоследствии, когда будетъ рѣчь о перенесеніи измельченныхъ отчасти

горныхъ породъ въ нижележащія мѣста земной поверхности, мы увидимъ дѣйствіе этихъ силъ, весьма способствующихъ дальнѣйшему измелченію. Но этотъ случай мы пока исключили для простоты изложенія.

Химическія силы въ процессѣ вывѣтриванія уже съ самаго начала играютъ важную роль, и чтобы понять дѣйствіе ихъ, намъ необходимо ближе рассмотреть, съ одной стороны, средства, которыми располагаетъ атмосфера для произведенія разложеній, съ другой стороны — матеріалъ, подвергающійся вліянію атмосферныхъ дѣятелей, т. е. элементы горныхъ породъ, способные къ вывѣтриванію, и изучить реакціи, развивающіяся между обоими контрагентами процесса вывѣтриванія.

Химическія силы, которыми располагаетъ атмосфера, суть слѣдующія: *кислородъ*, какъ обыкновенный, такъ и дѣятельный (озонъ) стремящійся измѣнить нѣкоторыя составныя части горныхъ породъ, относительно бѣдныхъ кислородомъ — я обращаю вниманіе на закъсъ желѣза, очень часто встрѣчающуюся въ анализахъ, приведенныхъ въ предъидущей лекціи, — далѣе *углекислота*, *метеорныя воды* сами по себѣ и растворенныя въ нихъ углекислота и кислородъ. До тѣхъ поръ, пока органическій міръ не проявляетъ своего вліянія, химическое вывѣтриваніе должно быть объяснено совмѣстнымъ дѣйствіемъ этихъ веществъ.

Кислородъ воздуха (или растворенный въ водѣ), будетъ дѣйствовать только на тѣ минералы, которые, какъ роговая обманка и авгитъ, содержатъ значительное количество закиси желѣза, тогда какъ дѣйствіе его на другіе болѣе важныя элементы горныхъ породъ, напр. на полевые шпаты, не содержащіе ничего способнаго къ окисленію, равно нулю. Минералы, содержащіе закись желѣза, превращаются, подъ вліяніемъ кислорода, въ бурый, окрашенный окисью желѣза, тонкій порошокъ *), представляющій собой матеріалъ, значительно болѣе доступный дальнѣйшимъ моментамъ вывѣтриванія.

Чистая вода сама по себѣ, по мнѣнію минералоговъ, основанному на точныхъ опытахъ **), способна разлагать минералы, входящіе въ составъ горныхъ породъ. Опыты показываютъ, что совершенно чи-

*) Мелазфиръ и базальты часто дѣлаются бурыми, при вывѣтриваніи, вслѣдствіе выдѣленія окиси желѣза.

**) Сравни объ этомъ Bischof: Lehrb. d. Geologie, стр. 978. Haushofer. Journ. f. pr. Chemie. T. 113, стр. 121 и Daubrée Compt. rend. T. 64, стр. 339.

стая вода дѣйствуетъ на щелочные полевые шпаты: калиевый полевой шпатъ и олигоклазъ и превращаетъ ихъ съ одной стороны — въ каолинъ, состоящій главнымъ образомъ изъ кремнекислаго глинозема, съ другой стороны — въ растворимое кремнекислое кали или кремнекислый натръ, или, по крайней мѣрѣ, начинается этотъ процессъ; послѣдній поддерживается, во всякомъ случаѣ, углекислотою воздуха и дождевой воды, отчасти уже тѣмъ, что углекислота способствуетъ растворенію основной кремнекислой щелочи. Процессъ этотъ можетъ принять значительные размѣры только въ томъ случаѣ, если растворенная щелочь будетъ постоянно отводиться водами *).

Въ только что описанномъ дѣйствіи легко удостовѣриться на ключахъ, вытекающихъ изъ породъ первой группы, для которой характерно содержаніе щелочнаго полевого шпата, изъ гранитовъ (гнейсовъ), порфировъ и т. д. Эти источники имѣютъ всегда слабо-щелочную реакцію, вслѣдствіе содержанія въ нихъ огнестойкихъ щелочей (соединенныхъ только съ слабою кремневою кислотой); они даютъ такъ называемую мягкую воду, годную для мытья, окрашивающуюся съ перегнойными веществами (медленно сотлѣвающими растительными веществами), при прохожденіи напр. чрезъ торфаную почву, въ бурый цвѣтъ, что зависить отъ образованія растворимыхъ перегнойнокислыхъ щелочей, о которыхъ рѣчь впереди.

Иначе дѣйствуютъ метеорныя воды на минералы, въ которыхъ щелочи уходятъ на второй планъ, на первомъ же планѣ стоятъ щелочныя земли, слѣдовательно на лабрадоръ, авгитъ и роговую обманку, и на состоящія изъ нихъ горныя породы.

Здѣсь не происходитъ легкорастворимаго въ водѣ продукта, который долженъ быть удаленъ, а потому и дѣйствіе ея на эти мине-

*) Здѣсь можно было бы, пожалуй, предложить вопросъ: какимъ образомъ кристаллическія массивныя горныя породы подвергаются измѣненію отъ атмосферическихъ вліяній, когда онѣ первоначально образовались, при тѣхъ же самыхъ условіяхъ. Принимая плутоническую гипотезу, легко дать удовлетворительный отвѣтъ на этотъ вопросъ; необходимо только обратить вниманіе на различіе въ сродствѣ при различныхъ температурахъ. Извѣстно, что кремнеземъ, при краснокальномъ жарѣ, вытѣсняетъ всѣ другія кислоты изъ ихъ соединений, легче же всего вытѣсняетъ углекислоту, на оборотъ, при низкой температурѣ и при помощи воды, углекислота медленно разлагаетъ силикаты. Нептунистамъ рѣшеніе этого вопроса скорѣе представляетъ затрудненія и оно совпадаетъ у нихъ съ принимаемымъ ими противоположнымъ вывѣтриванію процессомъ, въ изложеніе котораго мы здѣсь не можемъ входить.

рамы ничтожно, зато углекислота здѣсь уже не только содѣйствуетъ процессу разложенія, но является какъ главная его причина. Вода, насыщенная углекислотою, дѣйствуетъ такъ, что образуются углекислыя щелочныя земли, которыя, затѣмъ, въ дальнѣйшемъ количествѣ углекислой воды растворяются и выдѣляются изъ разлагающихся минераловъ. При этомъ, рядомъ съ кремнекислымъ глиноземомъ, происходитъ остатокъ свободной кремневой кислоты, находящейся въ аморфномъ и мелко-раздробленномъ видѣ, и въ противоположность совершенно индифферентному кварцу, способной къ проявленію химическаго сродства. Этотъ остатокъ аморфнаго кремнезема полагаетъ предѣлъ дальнѣйшему выщелачиванію щелочныхъ земель и съ частью послѣднихъ образуетъ зеолитовый минералъ, присутствіе котораго для нѣкоторыхъ свойствъ почвы чрезвычайно важно.

Процессъ вывѣтриванія силикатовъ, содержащихъ щелочныя земли, слѣдовательно, происходитъ иначе, чѣмъ у богатыхъ щелочами полевыхъ шпатовъ. Воды, вытекающія изъ нихъ, не имѣютъ щелочной реакціи, не содержатъ сколько-нибудь значительныхъ количествъ кремнекислыхъ щелочей, суть такъ называемыя жесткія воды, дающія съ мыломъ осадки жирнокислыхъ щелочныхъ земель, уничтожающихъ дѣйствіе мыла и не окрашивающіяся при прохожденіи чрезъ слои почвы, богатые гуминовыми веществами, въ бурый цвѣтъ, такъ какъ перегнойнокислыя щелочныя земли почти совсѣмъ нерастворимы въ водѣ. Получающійся при этомъ глинистый остатокъ значительно отличается отъ химически индифферентнаго каолина, такъ какъ онъ, вслѣдствіе содержанія свободного и мелко раздѣленнаго кремнезема, способенъ къ многоразличнымъ измѣненіямъ, принимая въ себя основанія солей щелочныхъ земель, или щелочей, если снова приходитъ съ ними въ прикосновеніе, и давая съ ними соединенія очень сложныя.

Такимъ образомъ происходитъ вывѣтриваніе у минераловъ *), какъ лабрадоръ, авгитъ и роговая обманка, съ тою только разницею, что

*) Относительно способности къ вывѣтриванію различныхъ горныхъ породъ сравн. Fraas Grundzüge des landw. Pflanzenbaues 1857 стр. 6. Обширные опыты надъ вывѣтриваніемъ, именно съ углекислою водою и растворами амміачныхъ солей, произведены были Дитрихомъ (Dietrich, Journ. f. pr. Chemie, T. 74, стр. 129); также опыты съ почвами Кюпа и его учениковъ (см. Kreisl. d. Stoffe, II, стр. 189).

два послѣднихъ уже уступаютъ дѣйствію кислорода, такъ какъ закись желѣза, которую нужно представлять въ нихъ соединенною съ кремнеземомъ, освобождается отъ кремнезема, и переводится въ окись, тогда какъ свободный отъ закиси желѣза лабрадоръ подпадетъ лишь вліянію воды, насыщенной углекислотою. Съ этой точки зрѣнія можетъ быть нужно смотрѣть на неодинаковое сопротивленіе этихъ минераловъ агентамъ химическаго вывѣтриванія *).

Описанный нами способъ вывѣтриванія, очевидно, относится къ горнымъ породамъ второй группы. Жесткія воды вышеупомянутыхъ свойствъ дѣйствительно берутъ начало въ этихъ горныхъ породахъ, въ особенности въ гиперитахъ и базальтахъ, между тѣмъ какъ сію-нать соотвѣтственно своему составу относится сюда менѣе опредѣленно.

При разсматриваніи вывѣтриванія не надо упускать изъ виду, что въ природѣ не существуетъ вполне рѣзкой границы между кремне-глинисто-щелочными и кремне-желѣзисто-известковыми горными породами, такъ какъ первыя всегда содержатъ щелочныя земли, хотя и въ подчиненныхъ количествахъ, послѣднія же всегда содержатъ щелочи, и часто даже въ значительныхъ количествахъ, почему все сказанное выше справедливо только относительно. Такъ при вывѣтриваніи богатыхъ щелочами базальтовъ и долеритовъ, вмѣстѣ съ щелочами выдѣляется всегда въ значительномъ количествѣ кремнеземъ **) и всѣ не окончательно лишенные извести граниты, порфиры, трахиты, при вывѣтриваніи, никогда не даютъ чистаго каолина.

Тѣмъ не менѣе мы еще разъ обращаемъ особое вниманіе на только что затронутую точку зрѣнія, ибо она чрезвычайно важна для теоріи нѣкоторыхъ свойствъ почвы ***). Силикаты, содержащіе, кромѣ глинозема, главнымъ образомъ только кремнекислыя щелочи, и свободные отъ извести и магнезій, при вывѣтриваніи, если при этомъ не принимаютъ участіе воды, стекающія съ другихъ горныхъ породъ, богатыхъ щелочными землями, даютъ чистый каолинъ, тогда какъ силикаты, содержащіе значительное количество извести и магнезій, при вывѣтриваніи всегда образуютъ силикаты же

*) Естественно, что способность къ вывѣтриванію отдѣльныхъ горныхъ породъ зависитъ также отъ ихъ мелкозернистости, пористости и т. д.

**) Сравни данныя Обельмена у Кнопа Kreis. d. Stoffe, II, стр. 178.

***) Поглощеніе почвы; сравни 28-ю и 29-ю лекціи.

сложнаго состава, легко измѣняющіеся и разнообразно реагирующіе съ приходящими съ ними въ прикосновеніе веществами. Образующіеся такимъ путемъ силикаты, называемые нѣкоторыми *зеолитами* *), содержатъ всегда еще значительное количество щелочныхъ земель и щелочей. Къ этому мы вернемся впослѣдствіи, чтобы сдѣлать нѣкоторые важные выводы.

Другія данныя минералоговъ относительно ближайшаго химизма вывѣтриванія до такой степени недостаточны, экспериментальная обработка еще такъ много оставляетъ желать и вообще литература этого вопроса такъ недостаточна, что, имѣя въ виду нашу цѣль, я не считаю полезнымъ долѣе останавливаться на этомъ предметѣ.

При помощи извѣстныхъ намъ фактовъ, впрочемъ, мы можемъ составить себѣ довольно ясное представленіе о дѣйствіи различныхъ моментовъ вывѣтриванія. Механическимъ силамъ *однимъ* мы не могли придавать большаго значенія, но въ соединеніи съ вышеприведенными химическими силами, онѣ уже могутъ оказать значительное дѣйствіе. Такъ какъ массивныя горныя породы (почти) всѣ состоятъ изъ смѣси весьма разнородныхъ минераловъ и эти послѣдніе въ весьма неодинаковой степени доступны вывѣтриванію, нѣкоторыя даже почти вполне противостоятъ ему, то послѣ того, какъ химическія силы атмосферы, превратили нѣкоторыя части этой смѣси въ порошокъ, изрытая такимъ образомъ порода будетъ представлять большую поверхность и для дѣйствія механическихъ силъ. При этомъ главную роль нужно приписать, въ умѣренномъ и холодномъ климатѣ, расширяющейся при замерзаніи водѣ.

Мы видимъ такимъ образомъ, что рано или поздно, въ зависимости отъ различной способности къ вывѣтриванію горныхъ породъ, если не получается сразу плодородная почва, все же получается вывѣтранный слой, способный уже питать нѣкоторыя растенія, если вторичныя обстоятельства не уничтожатъ его (не снесутъ), какъ только онъ успѣлъ образоваться.

Вывѣтранный слой, смотря по горной породѣ, изъ которой онъ произошелъ, будетъ обладать различными свойствами. Если вывѣтриванію подвергался гранитъ, то химическое измѣненіе было направлено исключительно на полевой шпатъ; слюда же и кварцъ остаются почти нетронутыми химически и, лишеныя связи, находятся въ вы-

*) Минералоги называютъ *зеолитами* группу водныхъ двойныхъ силикатовъ, легко разлагающихся соляною кислотою.

вѣтреномъ слоѣ въ видѣ неизмѣненныхъ обломковъ. Разложившійся полевой шпатъ, изъ элементовъ котораго главнымъ образомъ состоитъ тонкая земля вѣтренаго слоя, смотря по большей или меньшей степени разложенія, будетъ болѣе или менѣе приближаться къ каолину, будетъ содержать только слѣды щелочей, или еще большія количества ихъ. Опытъ показываетъ, что полевой шпатъ, съ виду совершенно превратившійся въ бѣлую глинистую массу, часто еще содержитъ очень много щелочей. Замѣчательно весьма различное отношеніе кали и натра въ процессы вымыванія щелочей, такъ какъ отношеніе это обуславливаетъ плодородіе происходящей чрезъ вывѣтриваніе почвы. Такъ какъ натровый полевой шпатъ вывѣтривается легче калиеваго, то, очевидно, кристаллическая порода, содержащая одновременно кали и натръ, скорѣе лишится натра, чѣмъ кали *). Такъ какъ послѣднее представляетъ собою необходимое питательное вещество растеній, потребное въ большихъ количествахъ, первый же во всѣхъ практическихъ разсмотрѣніяхъ можетъ быть совершенно пренебреженъ, то это различное отношеніе вообще столь сходныхъ окисловъ чрезвычайно важно. Мы еще разъ вернемся къ этому предмету при объясненіи свойствъ готовой уже почвы.

Подобнымъ же путемъ, только съ вышеуказанными различіями, мы должны представлять себѣ процессы образованія вѣтренаго слоя и изъ другихъ горныхъ породъ. Трудно поддающіяся вывѣтриванію части горныхъ породъ образуютъ грубыя вкрапленія въ тонкой землѣ, состоящей исключительно изъ химически превращенныхъ и при этомъ лишенныхъ связи элементовъ горныхъ породъ. Эти вкрапленные, еще неразложенные минералы, смотря по горной породѣ, изъ которой произошелъ вѣтранный слой, весьма различны, они могутъ быть кварцъ и слюда, а также лабрадоръ, роговая обманка, даже калиевый полевой шпатъ, если послѣдніе входили въ составъ горной породы, вмѣстѣ съ другими легче разлагающимися минералами, и смотря по свойству этого вкрапленнаго въ тонкой землѣ хряща, почвенный слой будетъ еще способенъ къ дальнѣйшему вы-

*) Это доказывается очень ясно сравнительными анализами Рата, вывѣтривагося и не вывѣтривагося фонолита. Bischof: Lehrbuch, 2 Aufl., T. 3, стр. 370

Такимъ образомъ, принимая плутоническую гипотезу, можно объяснить богатство моря натровыми солями. Первозданныя горы при вывѣтриваніи и выщелачиваніи теряли по преимуществу натръ и давали поводъ къ образованію богатыхъ кали вторичныхъ продуктовъ (ср. напр. анализы глинистыхъ осадочныхъ породъ на стр. 46), именно относительно богатой кали почвы.

вѣтриванію, или же нѣтъ. Можно сказать, что большинство почвъ, давно уже находящихся въ культурѣ, содержатъ подобные невывѣтренные, но способные къ вывѣтриванію элементы, и именно съ этой точки зрѣнія объясняется общезвѣстный фактъ, что часто только очень малая часть показываемаго анализами богатства почвы находится въ распоряженіи растений.

Изъ всего вышеизложеннаго можно видѣть, что названныхъ моментовъ разрушенія совершенно достаточно для извѣстнаго образованія почвы. Тысячи примѣровъ показываютъ, что образующійся, вышеуказаннымъ образомъ, вывѣтренный слой уже можетъ пропитать нѣкоторое, хотя небольшое число растений. Дѣйствительно, мы видимъ, что горы, состоящія изъ разсмотрѣнныхъ нами до сихъ поръ горныхъ породъ, повсюду покрыты лѣсомъ, за исключеніемъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ, какъ напр. на крутыхъ стѣнахъ, дожди и водопады постоянно смываютъ тонкій вывѣтренный слой, гдѣ накопленіе вывѣтренной массы невозможно. Если правда, что первоначальный чисто минеральный вывѣтренный слой, вслѣдствіе бѣдности азотомъ и недостатка соотвѣствующихъ органическихъ веществъ, для большинства растений вначалѣ представляетъ очень неудовлетворительную почву, на которой роскошное развитіе невозможно, то легко видѣть (о чемъ подробнѣе ниже), что такая почва только вслѣдствіе занятія ея растениями должна становиться все болѣе и болѣе плодородною, такъ какъ накапливающіеся остатки умершихъ растений именно и доставляютъ азотъ и другія упомянутыя выгоды. Произрастаніе болѣе требовательныхъ растений немислимо безъ предварительнаго занятія почвы растениями менѣе требовательными, подготавливающими своими трупами почву для ихъ болѣе благородныхъ наслѣдниковъ.

На самомъ дѣлѣ, однако, образованіе почвы происходитъ не совсемъ такъ, какъ мы только что изложили. Поверхность почвы по большей части не такова, чтобы всегда могло происходить то, что до сихъ поръ мы представляли. Въ различныхъ точкахъ нашей планеты находятся значительныя возвышенія надъ большими равнинами и поверхностью океана, и эти возвышенія, относительно происхожденія которыхъ опять значительно расходятся воззрѣнія различныхъ геологическихъ направленій, существовали впродолженіе прошедшихъ эпохъ земли и точно такимъ же образомъ способствовали измѣненіямъ въ образованіи почвы и новому образованію горныхъ породъ на счетъ вывѣтривающагося матеріала кристаллическихъ горныхъ породъ, какъ и въ настоящее время, что мы и имѣемъ въ

виду. Этотъ чрезвычайно разнообразный видъ поверхности земли, которымъ отличаются такъ называемыя гористыя страны, такъ вліяетъ на образованіе вывѣтрившихся слоевъ, что, съ одной стороны, освободившіяся массы обломковъ могутъ скатываться по крутымъ склонамъ и разбиваться на мелкія части, съ другой стороны, такія обвалившіяся массы должны заполнять собою лежація у подножія крутыхъ горъ, лощины и ущелія, какъ это мы часто можемъ наблюдать.

Но одно это не можетъ еще существенно измѣнить положенія дѣла. Конечно, разбиваніе каменныхъ массъ вслѣдствіе паденія для нѣкоторыхъ мѣстъ представляло бы новый механическій моментъ измельченія, и вывѣтренные слои кромѣ того не всегда находились бы на самомъ мѣстѣ ихъ происхожденія, не вездѣ лежали бы какъ разъ на ихъ матерней породѣ; но въ общей сложности положеніе дѣла не измѣнилось бы. Въ проточныхъ водахъ находились бы только вещества, перешедшія при вывѣтриваніи въ растворъ, и онѣ, точно также какъ и моря, куда переносился бы растворенный матеріалъ, не могли бы производить другихъ осадковъ, кромѣ происшедшихъ отъ взаимодействія водъ различнаго происхожденія, отъ дѣйствія водъ на горныя породы, или, наконецъ, отъ выдѣленія вслѣдствіе испаренія.

Изъ сдѣланныхъ указаній ясно, что различія въ видѣ поверхности земли должны оказывать еще другое дѣйствіе на ходъ геологическихъ процессовъ. Ясно, что вслѣдствіе различія въ видѣ поверхности *механическая сила* *) *падающей воды* пріобрѣтаетъ значеніе мощнаго момента. Вслѣдствіе метеорологическихъ процессовъ постоянно переходящая изъ газообразнаго состоянія въ жидкое, вода падаетъ и на горы, и на равнины, падаетъ и на море. Все количество воды, которое твердой поверхностію земли не отдается посредствомъ испаренія снова въ атмосферу, стремится, смотря по склону, съ большей или меньшей быстротой къ морю, чтобы оттуда опять испариться и снова начать кругооборотъ. Происхожденіе силъ, поддерживающихъ этотъ непрерывный круговой процессъ и представляющихъ собою слѣд. причину всѣхъ механическихъ дѣйствій, къ которымъ способна

*) Какъ на чрезвычайно сильный разрушительный дѣтель, кромѣ жидкой воды, должно быть указано на глетчеры, значеніе которыхъ въ прежніе геологическіе періоды было гораздо больше, чѣмъ теперь;—напомнимъ только о далеко занесенныхъ глетчерами валунахъ. Работа, произведенная при этомъ, конечно, должна быть объяснена съ той же точки зрѣнія, какъ и работа жидкой воды.

падающая вода, и которые мы изслѣдуемъ относительно производимаго ими эффекта, происхожденіе этихъ силъ уже извѣстно намъ *). И здѣсь все то же солнце, которому мы обязаны производимыми работами, которое такимъ образомъ косвенно принимаетъ участіе въ разрушеніи твердой земной коры.

Метеорныя воды падаютъ съ извѣстною силою на болѣе высокія горы, смываютъ и уносятъ съ собою вывѣтранный слой **), соединяются за тѣмъ въ небольшіе потоки, которые, превращаясь въ быстрые горные ручьи, уносятъ съ собою огромное количество различной величины минеральныхъ обломковъ. Большія массы щебня собираются въ долинахъ, чтобы, при случаѣ, быть передвинутыми дальше. Дикіе горные ручьи, въ дальнѣйшемъ своемъ теченіи, сливаются въ рѣчки и рѣки, которыя, при меньшемъ паденіи, текутъ съ меньшею скоростью и влекутъ на днѣ своемъ ***) все еще значительное количество обломковъ, а также много мелкихъ частицъ несутъ во взмученномъ состояніи, чтобы, наконецъ, всѣ эти массы передать морю.

Но не только перенесеніе обломковъ камней на значительное разстояніе мы должны приписывать падающей водѣ, но также механическое измельченіе въ громадныхъ размѣрахъ, вслѣдствіе тренія обломковъ другъ о друга ****). Достаточно обратить вниманіе только на такъ называемые «кругляки» (Kiesel), находимые въ нашихъ рѣкахъ, чтобы составить себѣ понятіе о чрезвычайно большой измельчающей силѣ воды. Даже самыя твердыя обломки горныхъ породъ, какъ напр. горный хрусталь въ долинѣ верхняго Рейна, встрѣчаются уже округленными (Рейнскіе кругляки). Стоитъ только подумать о томъ, сколько вѣсовыхъ процентовъ обломка какого бы то ни было вида

*) См. пятую лекцію, стр. 83, Т. I.

**) Лучшее представленіе о силѣ падающей воды можетъ дать дѣйствіе большихъ водопадовъ на каменное русло. Эти водопады постоянно врѣзываются въ русло и вслѣдствіе этого Ніагарскій водопадъ, напр., каждыя 40 лѣтъ отступаетъ на 1 ф. Подобнымъ же образомъ дѣйствуетъ море на многихъ берегахъ, и достаточно вспомнить только о нѣкоторыхъ островахъ Сѣвернаго моря, напр. Вангероге Гельголандъ, которые такимъ образомъ навѣрное со временемъ сдѣлаются добычею моря.

***) Въ нѣкоторыхъ рѣкахъ, вытекающихъ съ болѣею скоростью изъ скалистой мѣстности, напр., въ Рейнѣ у Базеля, при нырніи можно ясно слышать звукъ, происходящій отъ тренія кругляковъ другъ отъ друга.

****) Треніе это имѣетъ также вліяніе на химическое разложеніе минераловъ, какъ это показали Добре; ср. Compt. rend. Т. 44, стр. 917 и Т. 64, стр. 327.

должно стереться для достиженія совершенно округленной формы, чтобы составить ясное понятіе объ измельчающей силѣ текущей воды.

Такимъ образомъ всюду, куда достигаетъ вода, слѣдовательно во всей области разлива рѣкъ и ручьевъ, такъ часто въ теченіе геологическихъ временъ измѣнявшихъ свои русла, а также на дно океана, наносятся массы разрушенныхъ горныхъ породъ, и именно съ этой точки зрѣнія должно быть объясняемо происхожденіе всѣхъ напластованныхъ горныхъ породъ и почвъ, не лежащихъ на ихъ матерней породѣ.

Однако самая важная точка зрѣнія для всего этого процесса представляется въ *различной способности ко взмучиванію обломковъ горныхъ породъ отдѣльныхъ продуктовъ механическаго и химическаго выветриванія*. Только этимъ однимъ объясняется все разнообразіе состава и свойствъ осадочныхъ горныхъ породъ и наносныхъ почвъ.

Будетъ ли тѣло, которое, какъ всѣ минералы, удѣльно тяжелѣе воды, поднято и унесено ею, это очевидно зависить *отъ удѣльнаго вѣса тѣла, отъ отношенія его поверхности къ объему и отъ быстроты движенія воды*, и это сохраняетъ свою силу и для тѣлъ, влекомыхъ по дну движущейся воды, только для этого нужны вообще менѣе значительныя живыя силы. Это положеніе можно легче доказать посредствомъ опыта, но оно совершенно понятно и теоретически, если мы только подумаемъ о силахъ, отъ которыхъ единственно зависить то, что тѣло, обладающее большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, чѣмъ вода, въ послѣдней не тонетъ. Очевидно, что для этого необходимо, чтобы разность между вѣсомъ тѣла и вѣсомъ вытѣсненной имъ воды представляла меньшую силу, чѣмъ треніе, которое оно должно претерпѣть при паденіи въ водѣ. Первая разность зависить только отъ удѣльнаго вѣса тѣла, треніе же—отъ скорости движенія воды и отъ величины трущейся поверхности. Но послѣдняя обусловливается абсолютною величиною взмученнаго тѣла, и извѣстно, что маленькое тѣло, по отношенію къ единицѣ объема или вѣса, обладаетъ значительно большею поверхностью, чѣмъ тѣло большого объема. Такимъ образомъ можно придти къ очень важному для образованія минеральныхъ отложеній изъ движущейся воды положенію, что *способность тѣлъ ко взмучиванію тѣмъ больше, чѣмъ быстрее движется вода, чѣмъ меньше величина его обломковъ и чѣмъ меньше его удѣльный вѣсъ*.

Удѣльный вѣсъ отдѣльных элементовъ горныхъ породъ, подвергающихся вывѣтриванію и дающихъ матеріалъ, съ перемѣщеніемъ котораго мы имѣемъ дѣло, на основаніи предъидущаго, представляетъ для насъ нѣкоторый интересъ. Удѣльный вѣсъ этихъ минераловъ въ среднемъ слѣдующій *):

Минералы массивныхъ горныхъ породъ.	Минералы вторичнаго происхожденія.
Кварцъ = 2,66	Известковый шпатъ . . = 2, 7
Ортоклазъ = 2,55	Доломитъ = 2, 8 — 2,9
Олигоклазъ = 2,65	Глина, высушенная при
Лабрадоръ = 2, 7	100° = 2, 5
Слюда = 2, 8 — 3,1	Каолинъ = 2, 2
Авгитъ = 2, 9 — 3,5	Гипсъ = 2,26 — 2,4
Роговая обманка . . . = 2, 9 — 3,4	

Изъ этого небольшого перечня **) ясно видно, что удѣльные вѣса главныхъ составныхъ частей первозданныхъ горныхъ породъ мало разнятся между собою; кварцъ и различные полевые шпаты, со включеніемъ известковаго полеваго шпата, лабрадора, имѣютъ почти одинаковые удѣльные вѣса, нѣсколько большій удѣльный вѣсъ имѣетъ слюда, еще большій—авгитъ и роговая обманка.

Но необходимо принять во вниманіе химическое измѣненіе при вывѣтриваніи. Для окончательнаго продукта вывѣтриванія полеваго шпата, каолина, принимается, правда, значительно меньшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ для первоначальнаго минерала, однако, если образовавшуюся глинистую массу сильно просушить,—а это необходимо у такой неплотной массы,—то разница будетъ уже не такъ велика. Во всякомъ случаѣ можно сказать, что продукты вывѣтриванія полевошпатовыхъ и другихъ способныхъ къ вывѣтриванію силикатовъ имѣютъ меньшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ минералы, изъ которыхъ они произошли.

*) Цифры эти представляютъ среднія, заимствованныя изъ Girard'a «Bodenkunde, или Наумана «Минералогіи»

**) Съ числами этими достаточно согласуются прямыя опредѣленія удѣльнаго вѣса почвъ. Мульдеръ даетъ слѣдующія числа (ср. его Chemie d. Ackerkrume, Т. III, стр. 363).

Кварцевая почва	= 2,75
Известковая	= 2,85
Глинистая	= 2,60
Садовая	= 2,35
Перегнойная	= 1,25

Итакъ, нѣкоторое, если не особенно значительное различіе въ удѣльномъ вѣсѣ отдѣльныхъ составныхъ частей вывѣтренныхъ слоевъ массивныхъ горныхъ породъ, существуетъ. Но различіе это еще не можетъ обусловить большую разницу въ способности ко взмучиванію, почему чрезвычайно важно, что *величина* частицъ отдѣльныхъ минералогическихъ элементовъ вывѣтренныхъ массъ необходимо должна быть весьма неодинакова.

Часть этихъ элементовъ представляютъ неизмѣненныя, недоступныя химическому вывѣтриванію кристаллическія составныя части первоначальныхъ горныхъ породъ. Они не подверглись почти никакому измѣненію во время медленнаго образованія вывѣтреннаго слоя и находятся вкрапленными въ послѣднемъ въ ихъ первоначальной величинѣ. При дѣйствіи быстро движущейся воды, срывающей и уносящей весь слой, эти грубые куски только опшлифовываются постепенно, не подвергаясь собственно раздробленію, давая болѣе или менѣе крупный хрящъ или песокъ, уносимый въ этомъ видѣ водою.

Совершенно другое происходитъ съ химически измѣненными частями вывѣтривающейся массы. Благодаря химическимъ силамъ, здѣсь происходитъ такое измелъченіе, какое никогда не можетъ быть достигнуто механическими средствами, такъ какъ если твердое тѣло подвергается такому химическому измѣненію и продуктъ измѣненія представляетъ аморфную массу, какъ это почти безъ исключенія бываетъ въ такомъ случаѣ вывѣтриванія силикатовъ, то одновременное мельчайшее раздробленіе измѣняющагося тѣла является какъ необходимое послѣдствіе химическаго процесса. Въ получающейся при вывѣтриваніи полеваго шпата, авгита и т. д. глинистой массѣ, мы имѣемъ дѣло, слѣдов., съ частицами крайней мелкости и благодаря этому обстоятельству способность ко взмучиванію продуктовъ химическаго вывѣтриванія чрезвычайно превосходитъ способность ко взмучиванію механическихъ обломковъ.

Этихъ немногихъ фактовъ достаточно, чтобы *понять безъ труда* дѣйствіе воды при смываніи вывѣтренныхъ слоевъ и при новомъ ихъ осажденіи. Смытыя огромною силою воды, весьма различныя по способности ко взмучиванію минеральныя массы несутся дикимъ горнымъ ручьемъ до тѣхъ поръ, пока вслѣдствіе уменьшенія паденія скорость движенія воды не уменьшится. Здѣсь отлагаются болѣе крупные обломки, еще вовсе не вывѣтреныя каменные массы часто весьма значительныхъ размѣровъ, образуя, въ совершенно опредѣленныхъ мѣстахъ, тамъ, гдѣ крутыя стѣны внезапно переходятъ въ долины

съ едва замѣтнымъ наклономъ, нагроможденныя кучи камней. Напрасно было бы искать въ этихъ кучахъ обломковъ горныхъ породъ, не претерпѣвшихъ еще значительнаго округленія, настоящаго хряща, песка или химическихъ продуктовъ вывѣтриванія; все это уносится дальше быстрымъ потокомъ воды, чтобы быть осажденнымъ въ болѣе спокойныхъ мѣстахъ.

По мѣрѣ того какъ въ дальнѣйшемъ теченіи ручьи соединяются въ медленнѣе текущія рѣки, вода освобождается отъ болѣе крупныхъ обломковъ горныхъ породъ, которые осѣдаютъ на дно и только медленно подвигаются впередъ, принимая при этомъ округленную форму.

Въ дѣйствительно взмученномъ состояніи, кромѣ глинистой массы, нерастворимаго продукта химическаго вывѣтриванія массивныхъ горныхъ породъ, остаются только все болѣе и болѣе разрушенные остатки горныхъ породъ, но еще сохранившіе ихъ первоначальную минералогическую форму. Такія болѣе тонкія массы, находящіяся во взмученномъ состояніи еще въ медленно текущей водѣ, но осаждающіяся изъ стоячей воды, обозначаются какъ *песокъ* въ обширномъ смыслѣ слова и состоятъ главнымъ образомъ изъ кусочковъ кварца, изъ остатковъ содержащихъ кварцъ породъ, какъ гранитъ, гнейсъ, слюдяной сланецъ и порфиръ, изъ трудно вывѣтривающихся кусочковъ слюды, примѣшанныхъ часто къ кварцевому песку (когда онъ происходитъ изъ гнейса и слюдянаго сланца), изъ кусочковъ лабрадора, даже разрушеннаго полеваго шпата *), и многихъ другихъ минераловъ, если послѣдніе избѣжали химическаго вывѣтриванія. Обыкновенно же подъ пескомъ подразумѣваютъ кварцевый песокъ.

Съ приближеніемъ къ устьямъ рѣкъ, вслѣдствіе большаго и большаго замедленія теченія, осаждаются также и большія массы песку, и только продукты химическаго вывѣтриванія, глинистыя частицы, которыя не только вслѣдствіе ихъ малаго удѣльнаго вѣса, но и вслѣдствіе ихъ чрезвычайно тонкаго раздѣленія, обладаютъ значительной способностью къ взмучиванію, достигаютъ моря, тогда какъ другіе болѣе крупныя обломки производятъ засореніе устья, давая поводъ къ образованію дельтъ, точно также, какъ уже въ верхнемъ теченіи, засореніемъ пескомъ и хрящемъ образовавшагося разъ русла, они производятъ излучины, частую перемѣну рѣчнаго русла.

*) Песокъ сѣверно-нѣмецкой равнины во многихъ мѣстахъ есть настоящій полевошпатовый песокъ; точно также есть настоящій лабрадорный песокъ.

Для осажденія собственно продуктовъ химическаго вывѣтриванія, требуется совершенное спокойствіе воды. — Образованіе осадковъ и наносовъ на морскихъ берегахъ облегчаетъ чрезвычайно изученіе условій осажденія этихъ тончайшихъ частицъ въ сравненіи съ пескомъ. Стоитъ припомнить обстоятельство образованія глинистой почвы маршей съ одной стороны, и дюнь съ другой стороны по берегамъ Сѣвернаго моря. Для того, чтобы побудить море къ отложенію тонкихъ глинистыхъ частицъ, проводятъ въ море дамбы и ими окружаютъ мелкія мѣста, на которыхъ должно происходить образованіе почвы; при этомъ часто въ дамбахъ оставляютъ только небольшое отверстіе для сообщенія съ открытымъ моремъ. Вода во время прилива вступаетъ въ огороженное пространство, гдѣ, во все время своего нахожденія, находится въ совершенно спокойномъ состояніи и почти разобщенной съ открытымъ моремъ волнующимся непрерывно, во время же отлива отступаетъ, освобожденная отъ частицъ, бывшихъ въ ней во взмученномъ состояніи. На почвѣ, оставленной такимъ образомъ моремъ, можно замѣтить тонкій глинистый илъ, тотъ самый илъ, или, какъ его называютъ «Schlick», который дѣлаетъ столь непривлекательными многія морскія гавани во время отлива. Описанному процессу даютъ повторяться много разъ на впольдированныхъ (eingepoldert) пространствахъ, пока наконецъ не получится достаточно глубокая почва, послѣ чего задѣлываютъ проходъ въ море, укрѣпляютъ дамбы, чтобы даже во время высокихъ приливовъ воспрепятствовать доступу морскихъ волнъ, и получаютъ почву, состоящую почти исключительно изъ глинистой массы и чрезвычайно плодородную.

Рядомъ съ тѣмъ мѣстомъ, гдѣ совершается все только-что описанное нами, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, изъ того же самаго моря, происходитъ другое образованіе. Всюду по берегамъ, гдѣ нѣтъ никакого препятствія прибою морскихъ волнъ, какъ напр. въ мѣстахъ морскихъ купаній, вмѣсто глинистаго ила, волны оставляютъ, при своемъ отступленіи, только тонкій песокъ чрезвычайно круглаго зерна, вслѣдствіе взаимнаго перетиранія песчинокъ. Взмученныя и въ этомъ случаѣ тонкія глинистыя частицы, конечно, удерживаются въ водѣ и не осаждаются, и такимъ образомъ во всѣхъ подобныхъ мѣстахъ, если только обстоятельства вообще благопріятствуютъ отложенію, происходитъ образованіе песчаныхъ отмелей подѣ поверхностію моря, или даже дюнь на берегахъ возвышенныхъ надъ уровнемъ моря, если вѣтеръ помогаетъ дальнѣйшей группировкѣ нане-

сенихъ песчаныхъ массъ. Во всякомъ случаѣ при описанныхъ условіяхъ происходитъ чисто песчаная почва, отличающаяся своимъ бесплодіемъ, тогда какъ на полчаса далѣе изъ того же моря осаждаются жирные марши.

Въ самомъ дѣлѣ, ничто не можетъ дать лучшее понятіе о характерѣ отложений изъ спокойной и движущейся воды, какъ видъ этихъ дюнъ съ ихъ скудною растительностью, состоящею изъ овсянца (*Elymus agenagius*), и тутъ же рядомъ находящихся впольдированныхъ маршей съ ихъ посѣвами масличныхъ растений *); ничто не можетъ намъ лучше показать различія въ характерѣ отложений, чѣмъ взглядъ на обширныя невоздѣланныя пустыни песчаного Гест-ланда (Geestland), доступнаго для сельскаго хозяйства только при помощи самыхъ утонченныхъ средствъ, и на жирные марши съ ихъ роскошными пастбищами на сѣверо-нѣмецкомъ берегу, — различія, могущія быть выведенными только изъ приведенной точки зрѣнія.

Но и внутри материка замѣчается подобное же, хотя и не столь рѣзко выраженное. Отложения изъ рѣкъ подчиняются тѣмъ же законамъ, и разница состоитъ лишь въ томъ, что рѣки несутъ много грубыхъ обломковъ и рѣдко могутъ достигать такой степени спокойствія, чтобы можно было ожидать отложения изъ нихъ чистаго глинистаго вещества. Въ верхнемъ теченіи Рейна, напр., на краяхъ широкой рейнской долины можно видѣть лёсъ **), содержащій, правда, извѣстное количество песка, но для котораго значительное содержаніе глинистой массы ***) характерно.

Эти отложения, встрѣчающіяся также у многихъ другихъ рѣкъ, произошли, очевидно, изъ спокойной воды внутри прежней области разлива Рейна, и составляютъ плодороднѣйшія мѣста рейнской долины, тянущіяся у подножія прилегающихъ горъ. Тамъ же, рядомъ съ этими плодородными лёссовыми образованіями, на которыхъ произрастаютъ съ рѣдкою роскошью столѣтнія орѣховыя деревья, встрѣчаются настоящія песчаныя дюны, идущія по правому берегу

*) Данные о плодородіи ольденбургскихъ маршей *Плате* (ср. Preuss. Annal. d. Landw., Monatschr. 1869, X, XI, p. 123); о содержаніи кали, фосфорной кислоты подобныхъ почвъ, сравн. van Bemmelen, Landw. Versuchst., 1866, p. 259 и во многихъ другихъ мѣстахъ.

**) Относительно отложения Лёсса ср. Зандбергера: Journ., f. Landw., 1869, стр. 213—223, также Фаллу: Agron. Zeit., 1867, стр. 214.

***)) Это отложеніе содержитъ также известъ, что впрочемъ можетъ быть оставлено безъ вниманія.

(между Карльсруэ и Дармштадтомъ) приблизительно въ серединѣ между настоящимъ русломъ Рейна и горами, дюны, на которыхъ только едва могутъ поддерживать свое существованіе низкорослыя сосны. Очевидно здѣсь опять мы имѣемъ дѣло съ отложеніями изъ одной и той же воды, но происшедшими при разныхъ условіяхъ.

Точно тоже находимъ мы и въ другихъ мѣстахъ. Достаточно посмотреть на верхне-итальянскія рѣки, съ страшною быстротою стекающія въ дождливое время съ обезлѣсенныхъ горъ, несущія тогда настоящія каменные глыбы и прорывающія себѣ ложе въ цѣптущихъ долинахъ, — но ничтожныя, теряющіяся между кучами камней въ сухое время. Здѣсь не даны условія для такого равномернаго стока воды; она стекаетъ внизъ съ силою въ короткое время и можетъ только разрушать почву, но не образовать ее, она забрасываетъ каменными обломками улыбающіяся долины и несетъ болѣе тонкій матеріалъ въ море.

Совершенно противоположна дѣятельность Нила, тамъ, гдѣ онъ, образуя дельту, съ незамѣтнымъ паденіемъ вливается въ море. Также и Нилъ періодически разливается, но разливы эти наступаютъ медленно и продолжительны. Вода, уже раньше освободившаяся, вслѣдствіе медленнаго теченія, отъ механическихъ продуктовъ вывѣтриванія, въ наводненномъ Египтѣ оставляетъ глинистыя частицы, и эти физическія обстоятельства были, какъ извѣстно, одною изъ причинъ можетъ быть древнѣйшей цивилизаціи.

Въ предыдущемъ было приведено достаточно примѣровъ для показанія способности воды раздѣлять переданный ей вывѣтренный матеріалъ на отдѣльные члены, и такимъ образомъ мы познакомились наглядно съ однимъ изъ важнѣйшихъ моментовъ преобразованія горныхъ породъ и образованія почвы. Принявъ этотъ новый моментъ, легко уже объяснить себѣ какъ происхожденіе нептуническихъ или флѣцовыхъ породъ, такъ и наносной почвы, которую никакъ не слѣдуетъ отдѣлять отъ этихъ образованій, и всѣ различія, существующія между образовавшимися вновь породами и почвами, намъ дѣлаются совершенно понятными.

ДВАДЦАТЬ ШЕСТАЯ ЛЕКЦІЯ.

Происхожденіе почвы.— Вторичныя (флёцовыя) образованія и наносныя почвы.— Классификація почвъ.— Механическій анализъ почвы.

Послѣ всего сказаннаго, я полагаю, нашихъ познаній совершенно достаточно для пониманія главнѣйшихъ причинъ превращенія кристаллическихъ горныхъ породъ въ другія, отличныя отъ первыхъ по свойствамъ, образованія, а также для пониманія причинъ, обусловливающихъ минеральный составъ большаго класса почвъ.

Вода, постоянно стекающая съ материковъ въ море и движущую силу которой можно свести къ солнечной теплотѣ, какъ къ первичной причинѣ, представляетъ не только моментъ дальнѣйшаго механическаго измельченія грубыхъ обломковъ, происшедшихъ отъ предшествующаго вывѣтриванія горныхъ породъ,—нѣтъ, она играетъ еще болѣе важную роль: въ силу способности, присущей большимъ ея массамъ, вода *раздѣляетъ продукты вывѣтриванія на отдѣльные члены* по ихъ удѣльному вѣсу, или еще болѣе по степени мелкости частицъ.

Слѣдуя вышесказанному, мы можемъ продукты вывѣтриванія раздѣлить на три члена; они чрезвычайно отличаются другъ отъ друга въ отношеніи способности къ взмучиванію; на эти-то члены и происходитъ распаденіе вывѣтрившейся массы при дѣйствіи воды.

Первый членъ—грубые, совершенно не разложившіеся на составныя части куски горной породы, т. е. *щебень* и *хрящъ*. Понятно, что только въ рѣдкихъ случаяхъ они достигаютъ моря *) и почти не принимаютъ участія въ образованіи новыхъ породъ. Почва, происшедшая непосредственно изъ такихъ отложеній, будетъ характеризоваться особымъ сложеніемъ, большою проницаемостью и полнѣйшимъ отсутствіемъ тонкой земли, — свойствами, которыя, какъ мы увидимъ послѣ, неблагоприятны въ физическомъ отношеніи для произрастанія растений. Культурная почва изъ нея можетъ возникнуть только тогда, когда обломки горныхъ породъ подвергнут-

*) Собственно морскія образованія между вторичными пластами состоятъ только изъ мелко-перетертаго и разложеннаго матеріала; хрящъ же играетъ важную роль въ однихъ прѣсноводныхъ образованіяхъ.

ся химическому вывѣтриванію. Но такое измѣненіе, во всякомъ случаѣ, требуетъ продолжительнаго времени. При этомъ необходимо замѣтить, что подобныя массы, по всей вѣроятности, состоятъ изъ обломковъ, мало способныхъ къ вывѣтриванію, напр., кусковъ очень прочныхъ породъ, каковы: гнейсъ, слюдяной сланецъ, или изъ такихъ частей, которыя очень трудно поддаются вліянію атмосферныхъ дѣятелей, какъ, напр., кварцъ и т. под.; далѣе, — если-бы даже и образовалась отъ химическаго вывѣтриванія тонкая земля, то она быстро уносилась-бы каждымъ проливнымъ дождемъ черезъ трещины и промежутки горной породы; наконецъ, допустивъ образование вывѣтрившагося слоя, во всякомъ случаѣ, въ результатъ получится сильно «дренированная» подпочва со всѣми, какъ увидимъ ниже, вредными ея послѣдствіями. Словомъ, можно себѣ представить, что, если бы поле было завалено большими обломками въ родѣ тѣхъ, которые влечетъ съ собою водопадъ, то почва на цѣлыя десятки лѣтъ, если не навсегда, потеряла-бы свое плодородіе.

Песокъ составляетъ второй механическій членъ грубо вывѣтрившейся массы; это—продуктъ мелкаго раздробленія породы и распада ея на минералогическіе элементы, безъ всякаго химическаго измѣненія. Какъ уже было сказано, песокъ можетъ состоять изъ различныхъ минераловъ, хотя кварцъ, влѣдствіе своей большей пространности и трудной разложимости, и занимаетъ главное мѣсто, такъ что подъ словомъ «песокъ» мы всегда понимаемъ кварцевый песокъ. Въ силу своей большей способности ко взмучиванію и легкости движенія по дну рѣки, песокъ почти вполнѣ достигаетъ моря. Тамъ, при благопріятныхъ обстоятельствахъ, онъ отлагается и служитъ къ образованію дюнь, — къ непосредственному происхожденію почвы, — или-же опускается на дно моря и, при содѣйствіи связующаго песчаннаго зерна вещества *), даетъ начало новымъ горнымъ породамъ, — *песчаникамъ*.

Дѣйствительно, мы встрѣчаемъ такіа отложенія песка во всѣхъ геологическихъ эпохахъ, начиная съ древнѣйшихъ временъ, когда осаждались силурійскіе слои, и до настоящаго времени; они слу-

*) Этотъ цементъ песчаниковъ, которымъ они отличаются отъ сыпучаго песка, можетъ быть очень различенъ: кремневый, известковый или глинистый. Самый процессъ затвердѣванія этихъ, въ растворенной формѣ находившихся веществъ, еще очень мало объясненъ. Во всякомъ случаѣ, его нужно считать очень сходнымъ съ процессомъ затвердѣванія нашихъ цементовъ, т. е. онъ основанъ и образованъ очень сложныхъ силикатовъ непостояннаго состава.

жать намъ вѣрнымъ свидѣтельствомъ того, что въ этотъ громадный промежутокъ времени происходили одни и тѣ же процессы разрушенія и что во всѣ эти періоды явленія взмучиванія, отдѣленія и осажденія невывѣтрившихся минеральныхъ веществъ совершались аналогичнымъ образомъ.

Едва-ли нужно упоминать о томъ, почему морскія образованія, каковы песчаники и другія вторичныя формаціи, о которыхъ будетъ сказано ниже, являются намъ теперь въ видѣ горныхъ массъ на материкѣ. Это объясняется многочисленными измѣненіями рельефа, бывшими на поверхности нашей земли въ геологическія времена.

Безъ сомнѣнія, причины этихъ измѣненій рельефа, обнаруживающихся въ возвышеніяхъ и пониженіяхъ обширныхъ полосъ земли, окажутся различными съ точекъ зрѣнія двухъ противоположныхъ геологическихъ теорій.

Господствующая теорія плутонизма объясняетъ повышеніе почвы, какъ прямой результатъ дѣйствія расплавленного ядра на холодную кору земли, и принимаетъ, что эта затвердѣвшая кора, при постоянно увеличивающемся охлажденіи и сжиманіи ядра, образуетъ складки, подобно широкому платю на похудѣвшемъ тѣлѣ; такъ происходятъ многочисленные перегибы и смѣщенія почвы, которые мы и должны принять для объясненія поднятія слоистыхъ горныхъ породъ.

Предоставляя другимъ сравненіе этой теоріи съ другой, — нештунической, мы оставляемъ этотъ предметъ въ сторонѣ, такъ какъ намъ важно только имѣть въ виду *фактъ* тѣхъ многочисленныхъ измѣненій, вслѣдствіе которыхъ море постоянно мѣняло положеніе и форму своего бассейна.

Смотря по свойствамъ связующаго вещества и по различнымъ примѣсямъ, которыя остаются въ пескѣ при неполномъ отдѣленіи его отъ другихъ продуктовъ вывѣтриванія, песчаникъ представляетъ большое разнообразіе въ составѣ и, какъ показываютъ анализы, вовсе не состоитъ изъ чистой кремневой кислоты.

	Пестрый песч. изъ Эйхсфельда	Зеленый п. изъ Вестфалии	Лейясовый песч. изъ Франконіи	Моласс. п. изъ Верх- ней Баваріи	Глинист. п. изъ Эйхсфельда
Кремнеземъ . .	98, 5% *)	60, 3%	75, 0%	74, 8%	97, 1%
Глиноземъ . . .	0, 8%	4, 9%	—	1, 5%	1, 1%
Окись (закись) железа . . .	0, 5%	7, 1%	7, 7%	1, 9%	0, 7%

*) Ср. Жирарда «Почвовѣдѣніе», 1868 г., стр. 117.

	Пестрый песч. изъ Эйхсфельда	Зеленый п. изъ Вестфалии	Лейясовый песч. изъ Франконіи	Моласс. п. изъ Верх- ней Баваріи	Глинист. п. изъ Эйхсфельда
Известь.	—	14,0 ⁰ / ₀	5,0 ⁰ / ₀	11,5 ⁰ / ₀	—
Магнезія.	0,24 ⁰ / ₀	1,3 ⁰ / ₀	1,5 ⁰ / ₀	—	0,6 ⁰ / ₀
Кали.	—	1,1 ⁰ / ₀ *)	—	—	—

Анализы эти служатъ намъ примѣромъ того разнообразія, которое встрѣчается въ составѣ различныхъ песчаниковъ. Впрочемъ, и въ этомъ случаѣ не пужно думать, что составныя части, обыкновенно пропускаемыя въ аналитическихъ таблицахъ горныхъ породъ, каковы, напр., кали и фосфорная кислота, не существуютъ абсолютно и въ дѣйствительности. Сюда относится сказанное мною ранѣе о нахожденіи фосфорной кислоты въ горныхъ породахъ, т. е. что, при тщательномъ изслѣдованіи, мы найдемъ эти вещества, хотя въ незначительныхъ количествахъ, но которыми, однако, не должно пренебрегать съ сельско-хозяйственной точки зрѣнія. Такъ вышеприведенный вестфальскій песчаникъ содержитъ даже 0,8⁰/₀ фосфорной кислоты; это количество можетъ считаться значительнымъ для културной почвы **).

Что касается почвъ, непосредственно образовавшихся изъ песчаныхъ осадковъ, то, въ большинствѣ случаевъ, онѣ столько-же бѣдны относительно химическихъ продуктовъ вывѣтриванія, какъ и хрящевыя почвы, и тѣмъ бѣднѣе, чѣмъ изъ болѣе быстрой воды онѣ осадились.

Если такія почвы существенно состоятъ только изъ кремневой кислоты съ небольшимъ количествомъ слюды ***)) и не содержатъ въ себѣ никакихъ элементовъ горныхъ породъ, способныхъ къ вывѣтри-

*) Содержаніе кали въ песчаникахъ часто гораздо больше, но обыкновенно онъ находится въ обломкахъ не вывѣтрившагося ортокласа въ формѣ, трудно поддающейся дѣйствию кислотъ.

**) Однако-же содержаніе фосфорной кислоты по большей части очень незначительно. Э. Вольфъ нашелъ въ нейенбургскомъ пестромъ песчаникѣ 0,025⁰/₀ фосф. кислоты. Ср. «Landw. Jahresber.» 18⁶⁷/₆₈, стр. 2.

***)) Впрочемъ, это рѣдкій случай. Зенфъ находилъ обыкновенно отъ 2 — 25⁰/₀ другихъ минеральныхъ обломковъ, напр., въ пескѣ изъ провинціи Бранденбургъ 17⁰/₀ ортокласа и 2⁰/₀ роговой обманки, песокъ изъ Лаузитца — 25⁰/₀ ортокласа и немного слюды, изъ люнебургской степи — почти 4⁰/₀ базальтовыхъ зеренъ, изъ Мекленбурга — 10⁰/₀ ортокласа и 2⁰/₀ базальтовыхъ зеренъ и т. д. Ср. «Landw. Jahresber.» 18⁶⁷/₆₈, стр. 8.

ванію, каковы полевой шпатъ и зерна лабрадора, то они по безплодію своему приближаются къ хрящевымъ почвамъ *).

Однако, я считаю нужнымъ указать на большое различіе въ физическомъ отношеніи между хрящевыми и щебневыми почвами съ одной стороны и песчаными—съ другой; благодаря этому различію, песчаную почву, какъ мы увидимъ это ниже, во всѣхъ случаяхъ можно приспособить къ культурѣ, если только будетъ употреблена надлежащая обработка. И дѣйствительно мы встрѣчаемъ цвѣтушія пространства, почва которыхъ, песчаная по природѣ, сдѣлалась плодородною, благодаря постепенной культурѣ.

Намъ остается еще упомянуть о третьемъ членѣ вывѣтриванія кристаллическихъ горныхъ породъ, т. е. о чрезвычайно тонкихъ *продуктахъ химическаго разложенія*. Мы назвали ихъ глинистой массой. Этотъ терминъ, не смотря на разнообразіе состава этихъ продуктовъ вывѣтриванія, все-таки остается вѣрнымъ, такъ какъ кремнекислый глиноземъ, во всякомъ случаѣ, представляетъ главную и существенную ихъ часть, хотя, смотря по коренной породѣ, откуда происходятъ эти продукты, они содержатъ еще щелочныя земли, окись желѣза, щелочи и т. под. вещества. Имѣя это въ виду, мы можемъ всегда говорить объ этихъ продуктахъ химическаго вывѣтриванія, какъ о глинистой массѣ,—и намъ невольно будетъ припоминаться ихъ чрезвычайно сильная способность ко взмучиванію.

Въ разсужденіяхъ на послѣдней лекціи мы познакомились съ различными механическими условіями, необходимыми для отдѣленія продуктовъ вывѣтриванія этого класса отъ близкаго къ нимъ песка; понятно, что и здѣсь мы въ правѣ ожидать образованія особой горной породы изъ глинистыхъ массъ.

Конечно, я не хочу этимъ сказать, чтобы невозможны были и промежуточные члены. Напротивъ, при извѣстныхъ условіяхъ, т. е. когда быстро движущаяся вода, содержащая взмученные песокъ и глину, внезапно успокоится, можетъ произойти и смѣшанное отложеніе обоихъ веществъ.

Глинистыя частицы служатъ или къ прямому образованію почвы,—такъ произошла глинистая (Kleyboden) почва маршей, на которыя въ прошедшей лекціи мы указывали, какъ на поучительный при-

*) Фаллу нашелъ въ песчаной степной почвѣ сѣверной равнины 0,035% фосфорной кислоты, 1,0% кали (изъ котораго только $\frac{1}{24}$ часть легко растворяется въ кислотѣ), 0,036 извести, 0,015 магнезій, 0,017 сѣрной кислоты Cr. Chem. Achersmann, 1863 г., стр. 78.

мѣрь, или—это самый обыкновенный случай—глинистыя частицы отлагаются на днѣ моря, затвердѣваютъ въ горную породу подобнымъ, хотя столь-же мало изслѣдованнымъ образомъ *), какъ и песокъ песчаниковъ. Породы, происшедшія главнымъ образомъ изъ такихъ глинистыхъ элементовъ, называются *глинами*, *сланцевыми глинами*, *глинистыми сланцами* и. т. д. Онѣ проходятъ черезъ цѣлый рядъ геологическихъ эпохъ, начиная съ древнѣйшихъ временъ и кончая новѣйшими; само собою разумѣется, что возвышеніе ихъ надъ дномъ моря должно быть сведено на вышеуказанное измѣненіе рельефа поверхности земли. Составъ такихъ глинистыхъ отложений очень различенъ, смотря по происхожденію вывѣтрившихся частичекъ, смотря по примѣсямъ другихъ химически неизмѣненныхъ минеральныхъ элементовъ и по другимъ причинамъ; при этомъ надо только имѣть въ виду, что въ подобныхъ глинистыхъ морскихъ отложеніяхъ нельзя узнать, происходятъ-ли они отъ вывѣтрившихся щелочныхъ полевыхъ шпатовъ, или отъ авгитовъ, роговой обманки, нельзя рѣшить того, какая изъ двухъ различныхъ группъ горныхъ породъ дала матеріалъ для ихъ образованія; да это и совершенно понятно: въ продуктахъ вывѣтриванія, уносимыхъ рѣкою, перемѣшаны элементы очень различныхъ горныхъ породъ; въ морѣ-же и подавно—такое смѣшеніе глинистыхъ частицъ достигаетъ наибольшей степени. Понятно также, что въ такихъ морскихъ образованіяхъ мы не можемъ встрѣтить чистаго каолина, но всегда глину, содержащую въ себѣ значительное количество желѣза и щелочныхъ земель.

Вотъ составъ нѣкоторыхъ глинистыхъ морскихъ образованій:

	Глинистый сланецъ (Гарцъ)	(Фихтель- гебирге)	Сланцевая глина (Саар- брюкенъ)	(Англія)	Лейясовый сланецъ (Оснабрюкъ)
Кремнеземъ . .	61,7% **)	54,2%	72,4%	61,0%	} 79, 0%
Глиноземъ. . .	19,8%	24,1%	16,7%	21,7%	
Окись желѣза. .	10,1%	11,4%	FeO5,6%	FeO4,7%	
Известъ	0,8%	0,2%	—	0,1%	0, 9%

*) По всей вѣроятности, совершенно удовлетворительно можно объяснить процессъ затвердѣванія глинистыхъ отложений однимъ давленіемъ, которое въ теченіе тысячелѣтій претерпѣваютъ слон на днѣ моря, и нѣтъ никакой надобности при-
зывать на помощь еще связующія средства.

**) Эти цифры взяты у Жирарда въ его «Bodenkunde, 1868 г. стр. 112, за исключеніемъ анализа лейясоваго сланца.

	Глинистый сланецъ (Гарцъ) (Фихтель- гебирге)		Сланцевая глина (Саарбрю- кенъ) (Англія)		Лейясовый сланецъ Оспабрюкъ)
Магnezія	3,0%	3,6%	0,9%	0,6%	0,07%
Кали	2,0%	2,1%	1,4%	3,2%	раствор. въ соля- ной кис- лотѣ. } 0,19%
Натръ	1,3%	0,8%	0,8%	0,3%	

Что касается состава *) глинъ, то общимъ правиломъ можетъ служить для нихъ нѣкоторая равномерность въ распредѣленіи отдѣльных химическихъ составныхъ частей горныхъ породъ: по содержанію кали, они, въ отличіе отъ песчаныхъ образованій, приближаются къ самымъ породамъ; это становится совершенно понятнымъ, если принять въ соображеніе образованіе очень сложныхъ силикатовъ, происходящее само собою, лишь только, вмѣстѣ съ кремнеземомъ и глиноземомъ, встрѣчаются желѣзо и щелочныя земли. И въ этомъ случаѣ фосфорная кислота обыкновенно пропускается въ анализ. таблицахъ, но когда тщательно отыскиваютъ, то ее всегда находятъ. Штѣкгардтъ **) въ одномъ тарандскомъ глинистомъ сланцѣ нашелъ 0,76% фосф. кислоты,—количество, очень значительное для культурной почвы. Относительно фосф. кислоты при перемѣщеніи продуктовъ вывѣтриванія надо замѣтить слѣдующее: она, по трудной растворимости ея соединений, не легко извлекается атмосферными водами и равномерно отлагается во всѣхъ новообразованныхъ породахъ. Какимъ образомъ происходитъ это,—нельзя рѣшить при небольшомъ числѣ имѣющихся данныхъ относительно содержанія фосф. кислоты въ различныхъ водахъ и горныхъ породахъ.

Разсмотрѣнныя отложенія не исчерпываютъ еще тѣхъ группъ, къ которымъ могутъ быть отнесены новообразованія изъ продуктовъ вывѣтриванія кристаллическихъ горныхъ породъ.

*) Въ анализахъ этихъ и другихъ слонистыхъ породъ, равно какъ и въ анализахъ кристаллическихъ горныхъ породъ, не показано содержаніе сѣрной и обыкновенно также фосфорной кислотъ (относительно послѣдней смотри продолженіе текста). Естественно, нѣтъ никакого основанія сомнѣваться въ ихъ дѣйствительномъ присутствіи. Уже по одному постоянному нахожденію этихъ необходимыхъ для произрастанія веществъ во всякой почвѣ, мы въ правѣ заключить о содержаніи ихъ во всѣхъ горныхъ породахъ. Кромѣ того, сѣрниокислыя соли непременно, хотя въ небольшихъ количествахъ, должны встрѣчаться въ морскихъ образованіяхъ, такъ какъ морская вода богата ими. Вышеприведенный лейясовый сланецъ содержитъ 0,5% фосфорной и 0,1% сѣрн. кислотъ. *Ср. Journ. f. Landw.* 1867 г., стр. 48.

**) *Landw. Versuchsst.*, 1861 г. стр. 105.

Между флёповыми формаціями, рядомъ съ песчаниками и глинистыми отложеніями (какъ уже выше было сказано, грубые обломки и хрящ не играютъ важной роли въ морскихъ образованіяхъ), встрѣчается чрезвычайно распространенная группа *известняковъ*; происхождение послѣднихъ съ принятой нами до сихъ поръ точки зрѣнія едва-ли объяснимо.

Въ каждой геологической эпохѣ мы встрѣчаемъ, рядомъ съ другими слоистыми породами, огромные пласты углекислой извести, и многія громадныя горы почти исключительно сложились изъ этого химическаго соединенія. Окаменѣлыя раковины и другія окаменѣлыя животныя преимущественно встрѣчаются въ этихъ слояхъ. Мѣль, напр., всюю своею массою образовался изъ известковыхъ скорлупокъ отжившихъ маленькихъ морскихъ животныхъ. Спрашивается: какъ могли произойти подобныя громадныя пласты, когда матеріаль, изъ котораго они состоятъ, не встрѣчается въ числѣ продуктовъ вывѣтриванія кристаллическихъ горныхъ породъ? Для отвѣта на это, стоитъ только припомнить о богатствѣ известью цѣлой группы кремне-железисто-известковыхъ горныхъ породъ. Такое богатство обуславливается лабрадоромъ, авгитомъ, роговою обманкою, — минералами составляющими главную массу названныхъ породъ. Далѣе я напому, то, что вывѣтриваніе послѣднихъ происходитъ при отдѣленіи большаго количества щелочныхъ земель, превращающихся въ углекислыя соли; растворяясь въ гораздо большемъ объемѣ свободной углекислоты, соли эти покидаютъ коренную породу и уносятся далѣе. Щелочныя земли въ растворимой формѣ достигаютъ источниковъ, ручьевъ, рѣкъ и моря; послѣдняго въ томъ только случаѣ, если они не осаждаются, вступая въ какую-нибудь химическую реакцію, напр., съ кремнекислыми щелочами *). Если въ морѣ прежнихъ геологическихъ эпохъ отношеніе между содержаніемъ извести и углекислоты не было инымъ, чѣмъ въ настоящее время, то углекислая известь не могла-бы осадиться, вслѣдствіе одной лишь причины, — потери необходимой для растворенія углекислоты, ибо вычисления показали, что въ нашихъ моряхъ углекислоты содержится гораздо больше, чѣмъ нужно для растворенія находящейся въ нихъ углекислой извести, хотя мы и въ настоящее время въ правѣ ожи-

*) Или, вслѣдствіе обмѣннаго разложенія, превращаются въ гипсъ и другія растворимыя известковыя соли, — на что, впрочемъ, здѣсь мы не будемъ обращать вниманія.

дать тамъ образованія новыхъ известковыхъ отложеній. Однако мы знаемъ и другой фактъ, дѣлающій возможнымъ происхожденіе известковыхъ пластовъ, не смотря на присутствіе избытка углекислоты; помощью его, по всей вѣроятности, можно объяснить образованіе известковыхъ горъ. Выше было указано на обстоятельство, вѣсѣмъ извѣстное: раковины мягкотѣлыхъ состоятъ главнымъ образомъ изъ углекислой извести. Морскія животныя образуютъ свои раковины въ морской водѣ, т. е. въ той средѣ, которая растворяетъ углекислую известь; тѣмъ не менѣе совершенно неизвѣстнымъ намъ процессомъ они отдѣляютъ эту углекислую известь въ своихъ скорлупкахъ и посредствомъ особаго органическаго вещества защищаютъ ее отъ растворяющаго дѣйствія морской воды и даже отъ разжиженныхъ органическихъ кислотъ; иначе кислоты растворили бы углекислую известь, производя слабое шипѣніе, въ чемъ легко убѣдиться. Въ настоящее время точно также могутъ происходить отложенія большихъ количествъ углекислой извести въ видѣ раковинъ моллюсковъ *); такимъ образомъ могутъ образоваться нѣкоторыя породы, напр. мѣль, обнаруживающій вооруженному глазу свое органическое происхожденіе. Для объясненія образованія плотныхъ аморфныхъ и кристаллическихъ известняковъ нашихъ горъ, — мы должны предположить еще второй моментъ, — временное раствореніе скопленій раковинъ.

Допустивъ вышеизложенный процессъ, или отбросивъ эту гипотезу, какъ смѣлую, предъ нами остается тѣмъ не менѣе тотъ безспорный фактъ, что между морскими отложеніями, рядомъ съ песчаниками и глинистыми массами, образуется чрезвычайно важная группа известняковъ, и что послѣдніе, судя по ихъ составу, произошли изъ кристаллическихъ горныхъ породъ второй группы чрезъ химическое измѣненіе и перенесеніе продуктовъ послѣдняго въ мѣсто отложенія.

Вотъ составъ нѣкоторыхъ известняковъ:

	Силурій- скій (Ан- глія)	Девонскій (Нассау)	Ракови- стый (Шва- бія)	Мѣль (Шампань)	Искрній камень (Англія)
Углекислая известь .	90,1 ⁰ / ₀	82,2 ⁰ / ₀	77,9 ⁰ / ₀	97,6 ⁰ / ₀	95,4 ⁰ / ₀
„ магнезія . . .	1,3	2,1	16,0	0,5	1,3
Кремнеземъ	—	9,2	3,1	1,1	1,0

*) Наблюденія морскаго дна между Шотландією, и Фарерскими островами, произведенныя Карпентеромъ, а также и другія изслѣдованія подобнаго рода

	Силурий- скій (Ан- глія)	Девонскій (Нассау)	Ракови- стый (Шва- бія)	Мѣль (Шампань)	Икрыной камень (Англія)
Глиноземъ, окись же- лѣза.	2,30%	5,8	1,4	0,6	1,4
Фосфорн. кислота. .	0,8		0,1		0,12
		Кали, натръ—0,3	Сѣрни. кислота 0,13		

Фосфорная кислота *), обыкновенно находимая, иногда даже въ большихъ количествахъ, въ известнякахъ, быть можетъ также говорить за ихъ органическое происхожденіе, хотя для объясненія послѣд-
няго совершенно достаточно уже вышесказаннаго. Магnezія постоянно встрѣчается въ известковыхъ отложеніяхъ; количество ея чрезвы-
чайно измѣнчиво. Соли магnezіи имѣютъ одинаковое геологическое
происхожденіе съ солями извести, но первыя гораздо растворимѣе и
менѣе распространены въ костяхъ и раковинахъ.

Поэтому-то морская вода содержитъ въ растворѣ много магnezіаль-
ныхъ солей, а многіе известняки сопровождаются только небольшимъ
количествомъ магnezіи. Однако, въ нѣкоторыхъ изъ нихъ, углекислая
магnezія замѣщаетъ часть углекислой извести,—явленіе, объясняемое,
по всей вѣроятности, вторичными процессами; замѣщеніе можетъ идти
такъ далеко, что известъ и магnezія находятся въ эквивалентныхъ
количествахъ; подобное образованіе называется доломитомъ. Онъ
встрѣчается въ видѣ всевозможныхъ переходныхъ къ чистому извест-
няку ступеней и не попадаетъ никогда самостоятельными горами на
значительномъ протяженіи.

Мы уже упоминали прежде, что въ благопріятныхъ условіяхъ въ
морѣ смѣшиваются глинистыя и песчаныя отложенія, и такимъ обра-
зомъ возникаютъ горныя породы смѣшаннаго характера. Тоже самое
относится къ известковымъ отложеніямъ съ одной стороны, къ песча-
нымъ и глинистымъ—съ другой; для горныхъ породъ подобнаго смѣ-
шаннаго происхожденія употребляются особые термины.

указываютъ на постоянно продолжающееся образованіе отложений, состоящихъ
главнымъ образомъ изъ известковыхъ скорлупокъ низшихъ черепкожихъ живот-
ныхъ, такъ что нужно принять, что и въ настоящее время происходитъ осажде-
ніе известняковъ на днѣ моря вышеописаннымъ образомъ.

*) Въ раковинахъ постоянно находятъ 2% фосфорной кислоты и небольшо-
го фтора; эти же вещества играютъ еще болѣе важную роль въ костяхъ позвоноч-
ныхъ животныхъ.—Сверхъ того, ср. въ Jahesber 1865, стр. 5, содержаніе фосф.
кислоты въ раковистомъ известнякѣ и другихъ известковыхъ почвахъ Виртем-
берга.

Мергелемъ называется смѣсь глины и извести въ извѣстной пропорціи; смотря по преобладанію того или другаго вещества различаютъ глинистые, известковые, песчаные и даже доломитовые мергели, если входитъ углекислая магнезія. *Суглинкомъ* называется вообще не затвердѣвшая, содержащая песокъ, глина.

Для нашей цѣли достаточно указать составъ нѣкоторыхъ смѣшанныхъ образованій.

	Глини- стый м. *) (Швабія)	Известк. м. (Тюрин- гія)	Доломито- вый (Шва- бія)	Суглинокъ **) (Авст- рія)	Лессъ ***) (Нижній Рейнъ)
Кремнеземъ (песокъ).	40, 7 ⁰ / ₀	11,8 ⁰ / ₀	32,3 ⁰ / ₀	58,8 ⁰ / ₀	59,0 ⁰ / ₀
Глиноземъ	32, 0	10,6	30,7	19,5	10,0
Окись желѣза	8, 9	1,5	3,4	FeO 9,1	4,3
Углекислая известь	9, 5	74,1	14,6	—	20,2
Углекислая магнезія	2, 2	0,3	19,1	—	4,2
Кали	0,05	0,1	—	0,9	1,1

Изъ этихъ цифръ ясно видно, что названія различныхъ мергелей составлены въ зависимости отъ преобладанія того или другаго изъ входящихъ веществъ. Лессъ — то прѣсноводное образованіе, о которомъ говорилось въ прошлой лекціи; онъ содержитъ много глинистыхъ частицъ, углекислой извести, а также большое количество песка, что можно заключить изъ высокаго процентнаго содержанія кремнезема. Вскорѣ мы увидимъ, какъ углекислая известь участвуетъ въ прѣсноводныхъ образованіяхъ позднѣйшихъ геологическихъ эпохъ, размѣры же пріобрѣтенныхъ нами до сихъ поръ познаній заставляютъ насъ удивляться подобной рели.

Съ разсмотрѣнныхъ точекъ зрѣнія становится совершенно понятною сущность образованія слоистыхъ горныхъ породъ. Въ каждой системѣ морскихъ образованій, съ древнѣйшихъ силурійскихъ слоевъ и кончая отложеніями позднѣйшими, мы различаемъ три группы горныхъ породъ и продукты смѣшенія послѣднихъ, — т. е. глины, известняки, песчаники и промежуточные между ними члены. Если и встрѣчаются слои, не подходящіе ни къ одному изъ указанныхъ типовъ, это можно объяснить просто мѣстными причинами; поэтому такіе слои въ теоріи происхожденія почвъ не заслуживаютъ никакого

*) Вычислено изъ данныхъ Жирарда loc. cit. стр. 113.

**) Этотъ суглинокъ содержитъ только незначительныя количества извести и магнезій, но не въ соединеніи съ углекислотою.

***) Сопоставленіе состава лесса изъ различныхъ мѣстъ см. у Sandberger'a: «Journ. f. Landw». Геттингенъ, 1869 г., стр. 216.

особаго вниманія. Для примѣра здѣсь можно упомянуть о гипсѣ, поваренной соли и т. под., происхожденіе которыхъ внутри слоистыхъ горъ не можетъ возбуждать нашего интереса.

Вмѣстѣ съ тѣмъ предыдущее изслѣдованіе познакомило насъ съ новой категоріей почвъ; онѣ отличаются отъ коренныхъ, лежащихъ на производшихъ ихъ горныхъ породахъ, своимъ наноснымъ происхожденіемъ. Между такими почвами мы отличаемъ: *щебневую и хрящевую*, почти исключительно прѣсноводнаго образованія, *глинистую и песчаную*, какъ морскаго, такъ и прѣсноводнаго происхожденія. Въ числѣ этихъ наносныхъ почвъ не встрѣчается *известковыхъ почвъ*; описанный процессъ здѣсь не имѣетъ мѣста, такъ какъ сперва въ морѣ изъ осадковъ углекислой извести должны образоваться известняки; ни въ морѣ, ни въ рѣкѣ нѣтъ известковаго порошка, чрезъ *механическое осажденіе котораго могла-бы произойти известковая почва*.

Однако, разсмотрѣнными процессами не исчерпываются измѣненія, совершающіяся на земной поверхности. Осѣвшіе и затвердѣвшіе въ прочныя горныя породы въ тиши морскихъ глубинъ, продукты вывѣтриванія поднимаются снова, продолженіе громадныхъ геологическихъ періодовъ (какими механическими силами, — это для насъ безразлично), снова становятся материковыми массами и образуютъ величайшія горы *). Естественно, что вѣчно дѣятельныя, разрушительныя силы атмосферы, постоянный круговоротъ воды опять принимаются за работу, часто болѣе легкую при переработкѣ слоистыхъ горныхъ породъ, нежели при разрушеніи плотныхъ кристаллическихъ массъ. Какъ-бы ни были велики прочность и сопротивленіе слоистыхъ породъ, во всякомъ случаѣ вода очень часто проникаетъ между отдѣльными слоями и въ этихъ мѣстахъ начинается ея механическая работа и химическое дѣйствіе раствореннаго газа. Большая или меньшая сила сопротивленія породы, очевидно, зависитъ главнымъ образомъ отъ свойствъ вещества, связующаго отдѣльныя частицы.

Словомъ, здѣсь снова начинается вывѣтриваніе. Цементъ песчаниковъ измѣняется дѣйствіемъ воды, содержащей углекислоту, вѣдствіе чего песчаннаго зерна распадаются. Известъ, во всей своей массѣ, подвергается измѣняющему и растворяющему вліянію того-же фактора;

*) Эти періодическія поднятія необходимы для постоянства перемѣщенія вещества, такъ какъ этотъ процессъ всегда дѣйствуетъ нивелирующимъ образомъ.

то-же относится и къ глини, хотя здѣсь результатъ ограничивается уничтоженіемъ связи между частицами. Такимъ образомъ на поверхности выступившихъ изъ воды слоистыхъ породъ образуется, какъ и на поверхности кристаллическихъ массъ, болѣе или менѣе толстый вывѣтрившійся слой. Этимъ путемъ возникаетъ новая группа почвъ, которыя, какъ лежащія на произведшей ихъ породѣ, должны быть названы коренными и притомъ коренными почвами слоистыхъ горныхъ породъ, но, по своему составу и свойствамъ, онѣ ближе подходятъ къ наноснымъ почвамъ, потому что сами ни что иное, какъ посредственно образовавшіяся наносныя почвы, и минеральные почвенные элементы распределены въ нихъ по способности къ взмучиванію. Коренную почву песчаниковъ можно считать совершенно подобной наносной песчаной почвѣ во всѣхъ ея свойствахъ, а глинисто-сланцевую, послѣ мелкаго размельченія отъ вывѣтриванія, — во всѣхъ отношеніяхъ сходной съ глинистой почвой.

Но образовавшійся такимъ образомъ вывѣтрившійся слой, при благоприятныхъ условіяхъ для смыванія, можетъ снова подвергнуться взмучиванію, переносу и дальнѣйшему измѣненію. Падающій дождь сноситъ продукты вывѣтриванія въ ручьи и рѣки, гдѣ происходитъ отдѣленіе частицъ, подобно тому, какое мы уже знаемъ относительно вывѣтрившихъ массъ кристаллическихъ горныхъ породъ. И здѣсь также при извѣстныхъ условіяхъ (повторять ихъ, — значитъ бесполезно терять время) образуются хрящевыя отложенія; но послѣднія состоятъ уже не изъ невывѣтрившихъ обломковъ кристаллическихъ породъ, но изъ обломковъ известняковъ, песчаниковъ и глинистыхъ сланцевъ. То, что было сказано относительно хрящевыхъ и щебневыхъ массъ, происшедшихъ изъ грубыхъ, невывѣтрившихся обломковъ кристаллическихъ горныхъ породъ, въ существенномъ справедливо и для обломочныхъ массъ слоистаго происхожденія; только дальнѣйшій процессъ вывѣтриванія для послѣднихъ совершается нѣсколько иначе и обуславливается специфическими свойствами ихъ составныхъ частей. Вредныя же въ высшей степени и отчасти выше указанныя физическія особенности раздѣляются и хрящевыми почвами этого происхожденія.

Напротивъ, болѣе тонкіе продукты вывѣтриванія слоистыхъ породъ уносятся далѣе. Песчаники при вывѣтриваніи снова распадаются на отдѣльныя зерна, разрушенный глинистый сланецъ опять размягчается и раздѣляется на мелкія глинистыя частицы; продукты обоихъ родовъ достигаютъ ручьевъ, рѣкъ и, наконецъ, моря, подчиняясь

выше-изложеннымъ правиламъ отмучиванія; затѣмъ, смотря по условіямъ осажденія, служить къ образованію почвы или новыхъ горныхъ породъ на днѣ моря. Естественно, что при этомъ, вновь совершающемся, процессѣ изъ совершенно отдѣльныхъ породъ могутъ произойти смѣшанныя образованія и наоборотъ.

Этотъ процессъ отличается отъ вышеизложеннаго для кристаллическихъ горныхъ породъ въ слѣдующемъ: при немъ образуется углекислая известь, какъ самостоятельный членъ, на ряду съ другими механически-отдѣляемыми продуктами вывѣтриванія, тогда какъ прежде она являлась растворенною въ водѣ, содержащей углекислоту. Всѣ рѣки, питающіе источники которыхъ берутъ начало въ известковыхъ горахъ или протекають черезъ нихъ, влекутъ съ собою такое количество мелкораздѣленной извести, что углекислота рѣчной воды далеко не въ состояніи ее растворять. Многія рѣки уносятъ съ собою настоящий известковый песокъ, почти свободный отъ примѣсей другихъ составныхъ частей, и образуютъ въ области своего разлива настоящія известковопесчанныя почвы; если послѣднія осадились изъ спокойной воды, то, вслѣдствіе недостатка другихъ веществъ, онѣ могутъ быть совершенно безплодны. Уносимая рѣкою мелкія известковыя частицы представляютъ большое разнообразіе по способности къ взмучиванію, такъ какъ известь, вслѣдствіе своей хрупкости, представляетъ зерна различной величины. Удѣльный вѣсъ известковаго шпата приблизительно такой же, какъ кварца. Вслѣдствіе этого измельченная известь вмѣстѣ съ кварцевымъ пескомъ образуетъ новыя почвы и горныя породы; еще чаще происходятъ, собственно при смѣшеніи ея съ глинистыми частицами, мергели; разнообразіе здѣсь обусловливается степенью измельченія частицъ извести и условіями осажденія. Часто встрѣчаются всѣ три элемента вмѣстѣ, какъ, напр., въ упомянутомъ уже лёссъ Рейна и многихъ другихъ рѣкъ. Изъ этого слѣдуетъ, что способность къ взмучиванію мелкихъ известковыхъ частицъ приближается къ такой же способности глинистыхъ и дѣйствительно, еслибъ напр., изслѣдовать взмученныя частицы по видимому довольно чистой рейнской воды, то нашли бы вмѣстѣ съ глинистыми частями около трети углекислой извести.

Сообразно нашему изложенію, мы можемъ раздѣлить всѣ почвы въ чисто минералогическомъ отношеніи на слѣдующіе классы и роды.

I. *Коренныя почвы*, т. е. лежащія на произведшей ихъ горной породѣ.

A) *Происшедшія изъ кристаллическихъ горныхъ породъ.*

1. *Полевошпатовыя* (изъ гранита, порфира, трахита и т. под.).
2. *Авгитовыя и роговообманковыя почвы* (изъ базальта, долерита, мелафира и т. д.).
3. *Слюдистыя почвы* (изъ слюдянаго сланца, гнейса).

B) *Происшедшія изъ слоистыхъ горныхъ породъ.*

4. *Песчаниковыя почвы* (изъ различныхъ песчаниковъ).
5. *Глинистыя почвы* (изъ глинистаго сланца, сланцевой глины и т. п.).
6. *Известковыя почвы* (изъ известняковъ, мѣла, доломита и т. п.).

II. *Наносныя почвы*, т. е. не лежащія на произведшей ихъ горной породѣ.

7. *Щебневая и хрящевая почвы* (изъ всевозможныхъ горныхъ породъ).
8. *Песчаная почва.*
9. *Глинистая почва.*
10. *Суглинистая почва* (въ нихъ смѣшаны элементы обѣихъ послѣднихъ почвъ).
11. *Известковыя почвы* (наносныя очень чистыми встрѣчаются чрезвычайно рѣдко).
12. *Мерельныя почвы* (смѣсь извести и глины).

По самой природѣ вещей, подобное дѣленіе не можетъ вмѣстить и выразить всего разнообразія дѣйствительности. Естественно, что на многія, въ природѣ встрѣчающіяся, почвы надо смотрѣть, какъ на переходные члены вышеупомянутыхъ типовъ, и, какъ таковыя, они не нашли себѣ мѣста въ представленной системѣ. Этой системой имѣлось въ виду только облегчить пониманіе разнообразія реальнаго міра.

Чтобы выразить болѣе тонкіе переходы и отгѣнки, находимые въ природѣ, не смотря на какую-угодно классификацію, существуетъ множество названій, значеніе которыхъ понятно само собою. Особенно много подобныхъ подраздѣленій мы встрѣчаемъ между наносными почвами; онѣ, по самому способу своего происхожденія, встрѣчаются въ видѣ всевозможныхъ смѣсей.

Песчаная почва, напр., можно раздѣлить, по величинѣ зеренъ, на *летучій песокъ, рѣчной песокъ, перловый песокъ* и т. д.; по веществу зеренъ или по составу — на *слюдяной, полевошпатовый, изве-*

стковый и т. д.; смотря по смѣшенію съ другими почвами, песчаная почва называется *суглинисто-мерельно-хрящевато-песчаной почвой*. На основаніи послѣдняго принципа *суглинистая почва* можетъ быть *песчанымъ, мерельнымъ, известковымъ суглинкомъ, а мерельная — песчанымъ, суглинистымъ, известковымъ мерелемъ* и т. д.

Много разъ пытались условиться относительно этихъ обозначеній и приводили опредѣленное процентное содержаніе отдѣльныхъ частей, которое должно было обуславливать то или другое названіе. Но для нашей цѣли нѣтъ никакого основанія останавливаться долѣе на подобной терминологіи.

Необходимо далѣе обратить вниманіе на практическую пользу сдѣланнаго въ нашей классификаціи различія между коренными и наносными почвами, — необходимо тѣмъ болѣе, такъ какъ мной уже раньше было сдѣлано замѣчаніе, что коренныя известковыя, песчанья и глинисто-сланцевыя почвы очень сходны съ наносными известковыми, песчаными и глинистыми почвами, ибо въ сущности способъ происхожденія ихъ почти одинаковъ, и разница только въ томъ, что одніѣ представляютъ непосредственныя, а другія — посредственныя образованія. — Однако, надо помнить слѣдующее: указанное сходство простирается только до извѣстной глубины, а именно, — у почвъ коренныхъ подпочвенный слой состоитъ изъ тѣхъ-же самыхъ веществъ, которыми исключительно содержали въ себѣ эти почвы, прежде нежели произошли въ нихъ процессы измѣненія чрезъ вывѣтриваніе, произрастаніе и, быть можетъ культуру; напротивъ того, у наносныхъ почвъ такое сходство между подпочвой и почвой встрѣчается только какъ чистая случайность. Изъ этого вытекаетъ важное для практики правило: постепенно углубляя верхніе слои коренной почвы, всегда удастся сдѣлать доступными для корней, растений въ той-же самой химической формѣ, тѣ вещества, которыя и прежде заключались въ ней, тогда какъ для наносныхъ почвъ необходимо предварительное специальное изслѣдованіе. Понятно, что и относительно физическихъ свойствъ подпочвы, должна существовать разница между коренными и наносными почвами; такъ общезвѣстенъ фактъ, какъ часто подпочва послѣднихъ рѣзко отличается отъ верхняго слоя и представляетъ, напр., болѣею или меньшею проницаемостью *), различныя условія для развитія растений; эти обстоятельства

*) Ср. тридцать первую лекцію.

никогда не обнаруживаются въ такой степени у коренныхъ почвъ, какъ бы ни было велико механическое различіе между подпочвой и почвой.

Я считаю здѣсь совершенно умѣстнымъ упомянуть объ обыкновенныхъ методахъ, пользуясь которыми, можно опредѣлить составъ различныхъ почвъ, впрочемъ, настолько, насколько это важно для вышеприведенной классификаціи, объясненной уже относительно ея смысла и значенія. Нельзя достигнуть этой цѣли простымъ глазомъ и даже лупой, такъ какъ мелочи совершенно ускользнуть отъ изслѣдованія. Правда, и другіе методы, служащіе для этого, также довольно грубы. Они частью химическіе, частью механическіе.

Первая, сюда относящаяся механическая операція состоитъ въ простомъ раздѣленіи почвенныхъ частицъ различной величины посредствомъ ситъ; а для того, чтобы можно было сравнивать результаты анализовъ, произведенныхъ разными изслѣдователями, условились употреблять сита опредѣленныхъ нумеровъ.

Изслѣдуемую почву помѣщаютъ въ сито съ отверстіями въ 3 миллиметра, просѣиваютъ ее; прошедшая сквозь сито часть наз. *тонкой землей*. Остатокъ на ситѣ сперва взвѣшивается потомъ раздѣляется по величинѣ, т. е. опредѣляется *) количество камешковъ различныхъ размѣровъ—въ волошскій, дѣсной орѣхъ, въ горошину и т. д. и общій вѣсъ каждого сорта. Затѣмъ названный остатокъ подвергаютъ минералогическому анализу, посредствомъ котораго скоро убѣждаются въ томъ, принадлежитъ-ли изслѣдуемая почва къ кореннымъ и отъ какой породы она произошла. Если камешки сильно округлены или имѣютъ различное геогностическое происхожденіе, то заключаютъ о наносномъ образованіи почвы; чѣмъ больше вѣсъ ихъ относительно вѣса тонкой земли, тѣмъ ближе подходитъ почва къ хрящевой и щебневой.

Тонкая земля, хотя и представляетъ химическій продуктъ вывѣтриванія, содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество простыхъ, нераспавшихся минераловъ; собственно же обломки въ ней не встрѣчаются. Она подвергается дальнѣйшему изслѣдованію, путемъ химическаго и механическаго раздѣленія и опредѣленія. О присутствіи или отсутствіи углекислой извести судятъ по дѣйствію кислотъ на почву; если происходитъ шипѣніе (вслѣдствіе выдѣляющейся углекислоты), то присутствіе углекислой извести несомнѣнно, а, слѣдовательно, почва

*) Для этой цѣли также хороши сита.

содержитъ известъ, такъ какъ, за исключеніемъ магнезій, въ почвѣ нѣтъ другихъ основаній, по крайней мѣрѣ, въ достаточномъ количествѣ, соединенныхъ съ углекислотой. Если хотятъ произвести не только качественное, но и количественное опредѣленіе извести, находящейся въ почвѣ, то опредѣляютъ количество углекислоты или по вѣсовой потерѣ, въ простомъ аппаратѣ, снабженномъ трубкой съ хлористымъ кальціемъ; или при помощи маленькаго, для этой цѣли устроеннаго прибора, изъ котораго, давленіемъ образующейся углекислоты, вытѣсняется опредѣленное количество жидкости, взмѣряемое въ другомъ приборѣ, откуда приблизительно вычисляютъ углекислоту. Оба метода даютъ возможность сдѣлать быстрое заключеніе о содержаніи извести и совершенно достаточны для характеристики почвы въ этомъ отношеніи.

Кромѣ извести, необходимо знать, чтобы пользоваться приведенной классификаціей, отношеніе между пескомъ и глиной въ почвѣ. Для этого употребляется не химическій, а просто механический способъ, и его легко понять, вспомнивъ различіе въ механическихъ свойствахъ между пескомъ и глиной, на которое я указывалъ въ разсужденіяхъ о происхожденіи вторичныхъ образований, объ отличіи породъ и почвъ, происшедшихъ вслѣдствіе вторичныхъ процессовъ, — словомъ, здѣсь идетъ рѣчь о различной способности ко взмучиванію этихъ составныхъ частей почвы.

Употребляя методъ механическаго отдѣленія разнородныхъ частицъ почвы, мы также пользуемся этой неодинаковой способностью ко взмучиванію, — совершенно естественнымъ признакомъ, потому что глина, какъ продуктъ глубокаго химическаго измѣненія коренной породы, состоитъ изъ тонкихъ частицъ, между тѣмъ какъ песчаная зерна являются только результатомъ механическаго распада кристаллической породы; величина отдѣльныхъ частичекъ исключительно опредѣляетъ ихъ способность къ взмучиванію. Природа сама указала намъ этотъ методъ.

Если тонкую землю помѣстить въ стеклянную трубку и взбалтывать съ водою до тѣхъ поръ, пока земляныя частицы, которыя сбиваются въ комки въ естественномъ состояніи, большею частью отдѣлятся другъ отъ друга и отмучатся водою, затѣмъ если вертикально расположенную трубку оставить въ покоѣ, то сперва осядутъ на дно трудно взмучиваемыя частицы, потомъ, когда вода болѣе успокоится, — легкія, словомъ, въ трубкѣ образуются ясно отличаемые слои — крупнаго, затѣмъ все болѣе и болѣе мелкаго

песка, а сверху будутъ глинистыя частицы; что касается извести, то она, смотря по величинѣ ея частицъ, примѣшивается въ различныхъ количествахъ то къ той, то къ другой составной части почвы. Методъ, такъ называемаго, анализа посредствомъ отмучиванія состоитъ въ исполненіи описанной операціи и потомъ въ измѣреніи толщины отдѣльно осѣвшихъ слоевъ. Благодаря этому методу, мы получаемъ достаточно вѣрное представленіе о составѣ изслѣдуемой тонкой земли.

Но анализъ посредствомъ отмучиванія значительно усовершенствовался, такъ что сдѣлалось возможнымъ не только вполне отдѣлить различныя частицы почвы по ихъ способности ко взмучиванію, но и точно опредѣлять вѣса частицъ каждаго сорта и, наконецъ, подвергать ихъ отдѣльно химическому изслѣдованію. Аппараты, служащіе для такого точнаго отдѣленія, чрезвычайно различны, хотя все простой конструкціи. Я ограничусь краткимъ описаніемъ только самаго употребительнаго изъ нихъ, именно аппарата Нёбеля*). Аппаратъ Нёбеля **) состоитъ главнымъ образомъ изъ 4-хъ воронкообразныхъ сосудовъ, соединенныхъ между собою каучуковыми трубками; объемы этихъ сосудовъ относятся, какъ: 1: 8: 27: 64, т. е. какъ 1^3 , 2^3 , 3^3 , 4^3 ; чрезъ нихъ проходитъ равномерная струя воды ***). Прежде производства анализа земля тщательно размельчается; для этого лучше всего кипятить ее втеченіе нѣкотораго времени съ водой, содѣйствуя разбиванію комковъ помѣшиваніемъ и т. д.

Употребляя аппаратъ обыкновенныхъ размѣровъ ****), берутъ 30 граммовъ земли, приготовленной какъ выше сказано и просѣянной во взмученномъ состояніи чрезъ жестяное сито, съ отверстіями въ 1 миллиметръ, всыпаютъ ее во второй (считая отъ меньшаго) сосудъ, затѣмъ снизу впускаютъ въ него воду чрезъ самый маленькій сосудъ, Водяную струю регулируютъ такъ, чтобы 9 литровъ ея, потребныхъ для операціи, протекали чрезъ весь аппаратъ въ 40 минутъ. По окончаніи операціи тонкая земля раздѣлится, по крайней мѣрѣ, на 5 частей, различныхъ по своей способности ко взмучиванію, а именно:

*) Съ другими аппаратами можно познакомиться изъ отчета о засѣданіи химико-агрономическаго общества въ 1869 года въ Галле, на которомъ трактовали о годности различныхъ аппаратовъ.

**) Ср. E. Wolff: «Руководство къ хим. анализу», 1867 г., стр. 5, примѣч.

***) Объ употребленіи этого аппарата ср. E. Wolff a: «Landw. Versuchsst.», 1866 года, стр. 403.

****) Можно купить его у В. I. Рорбека въ Берлинѣ.

- 1) остатокъ на жестяномъ ситѣ,
- 2) остатокъ во второмъ сосудѣ, не унесенный водою,
- 3) частицы, унесенныя водою и скопляющіяся въ третьемъ сосудѣ, — не очень мелкія,
- 4) частицы болѣе мелкія, остающіяся въ наибольшемъ сосудѣ,
- 5) частицы наибольшей способности ко взмучиванію, чрезвычайно мелкія, не осѣвшія въ послѣднемъ сосудѣ и унесенныя водою.

Вы видите, что принципъ этого аппарата, какъ и другого, болѣе простаго, одинъ и тотъ-же; разница въ томъ, что первый даетъ въ результатъ болѣе полное отдѣленіе различныхъ частицъ почвы, вслѣдствіе чего возможно точно опредѣлять количество каждаго сорта и подвергнуть дальнѣйшему изслѣдованію отмученную массу. Если затѣмъ каждую часть изслѣдуемъ относительно содержанія извести, по вышеуказанному способу, т. е. опредѣлимъ, какое количество ея находится въ разныхъ группахъ, то, благодаря различнымъ методамъ изслѣдованія, мы будемъ обладать всѣми данными для характеристики почвы. Дѣйствительно, содержаніе глины и песка въ изслѣдуемой почвѣ намъ будетъ точно извѣстно; относительно послѣдняго мы опредѣлимъ, состоитъ ли онъ исключительно изъ кварцевыхъ зеренъ, или въ нему примѣшаны известковыя и т. под. Словомъ, указанные способы изслѣдованія знакомятъ насъ съ строеніемъ почвы лучше, нежели чистый химическій анализъ.

Конечно, такая характеристика еще не опредѣляетъ вполне отношеніе почвы къ растительности. Я буду говорить объ этомъ подробно въ одной изъ слѣдующихъ лекцій. Дѣйствительно, глина, какъ составная часть почвы, можетъ представлять огромное разнообразіе относительно ближайшихъ составныхъ частей, т. е. по содержанію веществъ, необходимыхъ для питанія растений. Поэтому двѣ почвы, сходныя между собою по своему строенію, по содержанію грубыхъ обломковъ, песка, извести и глины, почти тождественныя въ физическихъ свойствахъ, могутъ сильно отличаться относительно плодородія.

Я изложилъ здѣсь вкратцѣ простыя аналитическія методы, такъ какъ знаніе ихъ важно для вышеупомянутой классификаціи почвъ. Но для правильнаго представленія о вліяніи, оказываемомъ различными почвами на растительность, необходимо ознакомиться съ цѣлымъ рядомъ разнообразныхъ свойствъ почвъ, что я и сдѣлаю въ слѣдующихъ лекціяхъ (съ XXVIII по XXXI).

Въ заключеніе необходимо еще сказать нѣсколько словъ о простомъ способѣ опредѣленія органическихъ веществъ въ почвѣ. Изъ слѣдующихъ лекцій мы узнаемъ, что эти вещества сильно измѣняютъ свойства и составъ почвы, что они прибавляютъ новый принципъ къ тѣмъ, на которыхъ зиждется классификація почвъ. Методъ для опредѣленія органическихъ веществъ очень простъ и основанъ на сгораемости ихъ и летучести продуктовъ горѣнія. Если тонкая земля будетъ высушена при 100° и затѣмъ накалена до полного сгоранія органическихъ продуктовъ, если затѣмъ будетъ опредѣлена вѣсовая потеря, то послѣдняя и выразитъ количество органическихъ веществъ или перегноя (Humus) въ почвѣ, но при этомъ вычисленіи въ большинствѣ случаевъ получается не малая ошибка, вслѣдствіе потери гидратной воды. Эта-же операція можетъ употребляться и при дробномъ анализѣ посредствомъ отмучиванія, какъ для опредѣленія степени измельченности перегнойной массы, такъ и для того, чтобы избѣгать ошибки при вычисленіи количества различныхъ почвенныхъ веществъ, отдѣленныхъ отмучиваніемъ. Во многихъ случаяхъ, — именно тогда, когда хотятъ точно знать химическія свойства органическаго вещества, опредѣляютъ, кромѣ вѣсовой потери отъ прокаливанія, еще и количество углекислоты, для чего служитъ обыкновенный методъ органическаго элементарнаго анализа, чрезъ что, до нѣкоторой степени, уменьшается ошибка отъ улетучиванія гидратной воды.

ДВАДЦАТЬ СЕДЬМАЯ ЛЕКЦІЯ.

Происхожденіе почвы. — Измѣненія въ свойствахъ почвы, вызываемыя растительностью.

Въ предыдущемъ изложеніи мы познакомились съ тремя моментами, главнымъ образомъ обусловливающими составъ и свойства почвы. Это, во-первыхъ, *первоначальныя свойства и составъ горной породы*, отъ разрушенія которой происходитъ почва, во-вторыхъ, *направленіе и сила процесса выветриванія*, необходимаго для обра-

зованія почвы изъ горной породы, и, наконецъ въ третьихъ, *перемѣненіе и другіе механическіе раздѣлительные процессы* до тѣхъ поръ, пока послѣдніе не сгруппируются въ почву.

Эти же три момента существенно служили намъ для размѣщенія отдѣльныхъ почвъ въ приведенную выше систему.

Но уже въ началѣ изложенія о происхожденіи почвъ было упомянуто, что кромѣ чисто геологическихъ моментовъ, въ этомъ процессѣ почти постоянно участвуютъ еще и другіе отличные отъ первыхъ; выше было указано, каковы эти новыя моменты. Нѣтъ сомнѣнія въ томъ, что верхній почвенный слой, происшедшій указанными процессами, можетъ пропитать нѣкоторыя растенія, иначе нельзя было-бы понять первое занятіе почвы растительностью, нельзя было-бы объяснить первоначальнаго происхожденія растительной жизни на поверхности нашей охлажденной планеты. Тѣмъ не менѣе легко доказать, что плодородная почва, годная для культуры высшихъ, требовательныхъ растеній, во многихъ отношеніяхъ и всегда отличается отъ верхняго слоя, подготовленнаго одними только описанными химическими и физическими процессами. Вотъ почему необходимо, кромѣ трехъ разсмотрѣнныхъ моментовъ происхожденія почвы, изслѣдовать еще *вліяніе растительности* на образованіе культурнаго слоя.

Почти всѣ почвы, свойства которыхъ обуславливаются только описанными моментами, при благоприятныхъ обстоятельствахъ содержатъ въ избыткѣ необходимыя для растительности зольныя вещества, но въ нихъ, вообще говоря, недостаетъ безусловно нужныхъ азотистыхъ питательныхъ веществъ, безъ надлежащаго количества которыхъ не мыслимо роскошное развитіе многихъ, особенно культурныхъ растеній. Кромѣ того такія почвы не обладаютъ извѣстными условіями, хотя не столь необходимыми, но, тѣмъ не менѣе, очень важными въ жизни растеній. Съ этими условіями мы познакомимся въ послѣдующемъ изложеніи. Само собою разумѣется здѣсь будетъ рѣчь не объ условіяхъ, абсолютно нужныхъ для развитія всѣхъ растеній безъ исключенія — иначе, допустивъ необходимость существованія одной растительной формы прежде другой, нельзя было бы представить первоначальнаго возникновенія растительнаго царства на поверхности земли, но здѣсь будетъ рѣчь только объ условіяхъ, благоприятныхъ развитію отдѣльныхъ группъ растеній. Я снова упоминаю о лишаяхъ, водоросляхъ, о нѣкоторыхъ высшихъ формахъ, каковы: чрезвычайно нетребовательная низкорослая сосна, дроктъ,

верескѣ и т. п. *), какъ о піонерахъ растительнаго міра, въ первые занимающихъ негостепріимную почву и подготавливающихъ ненасыщенную мѣстность къ возникновенію на ней новыхъ организмовъ.

Вліяніе растительности и всѣхъ явленій, связанныхъ съ ея возникновеніемъ, на свойства и составъ почвы, чрезвычайно разнообразно. Прежде всего необходимо рассмотреть *вліяніе растений на образованіе почвы чрезъ ускореніе процессовъ выветриванія, потомъ — препятствіе, представляемое растительнымъ царствомъ перемѣщенію образовавшагося разъ выветренного слоя и, наконецъ, измѣненіе свойствъ почвы отъ скопленія въ ней растительныхъ веществъ*, элементы которыхъ растение почерпаетъ преимущественно извнѣ.

Мы видѣли выше, что корень растенія играетъ не только пассивную роль, усваивая растворенныя въ почвенной водѣ вещества, но и активную, переводя нерастворимыя тѣла, тѣсно соприкасающіяся съ тонкими корешками, — въ растворимое состояніе и затѣмъ воспринимая ихъ въ себя. Въ почвахъ, бѣдныхъ гниющими веществами возможно допустить при нѣкоторыхъ условіяхъ образованіе кислыхъ выдѣленій, по крайней мѣрѣ, углекислоты; такимъ образомъ, самыя растительныя процессы, создавая главнѣйшее условіе для вѣтыванія, ускоряютъ послѣднее, вслѣдствіе чего переходятъ въ растворъ и вещества **), непосредственная ассимиляція которыхъ необходима ***).

*) Впрочемъ, большинство лѣсныхъ деревьевъ также мало требовательно относительно почвеннаго перегноя. Этимъ объясняется временное занятіе подлѣсную культуру пустынныхъ пространствъ, что чрезвычайно полезно для подготовки почвы къ земледѣлію.

**) Дитрихъ производилъ опыты надъ цѣлымъ рядомъ растений и опредѣлялъ количество минеральныхъ веществъ, извлеченныхъ растениями изъ опредѣленныхъ горныхъ породъ.

Онъ нашелъ, что минеральныхъ веществъ переведено въ растворъ:

	изъ пестр. песчаника	изъ базальта
3-мя экз. люпиновъ.	0,608 gr.	0,740 gr.
3 » гороха	0,481 »	0,713 »
20 » шпегеля	0,268 »	0,365 »
10 » гречихи	0,232 »	0,327 »
4 » вики	0,221 »	0,251 »
8 » пшеницы	0,027 »	0,196 »
8 » рпы	0,014 »	0,132 »

***)) Подобное-же дѣйствіе корней и ихъ выдѣленій доказано опытами и для органическихъ веществъ. Gazzeri и Taddei нашли, что роговая стружка, свер-

Но отъ этихъ дѣйствій отличаются другія, чисто механическія. Корни развѣтвляются въ почвѣ, проникаютъ какъ въ болѣе мягкія части послѣдней, такъ и въ трещины, промежутки не вполне распавшагося скалистаго материка, при чемъ они естественно утолщаются и вслѣдствіе увеличенія объема съ большей силой устраняютъ встрѣчающіяся на пути препятствія. Такимъ образомъ, корневые развѣтвленія, увеличиваясь въ объемѣ, часто совершенно выполняютъ трещину въ скалѣ, куда они вначалѣ легко проникли, а затѣмъ, при дальнѣйшемъ развитіи, стремятся расширить ее, — словомъ, въ этомъ случаѣ корешки дѣйствуютъ подобно замерзающей водѣ. Въ дѣйствительности процессъ и совершается описаннымъ образомъ: нарушается связь между отдѣльными частями горной породы, послѣдняя распадается, подвергаясь дальнѣйшимъ моментамъ вывѣтриванія. Подобное явленіе очень часто можно наблюдать на откосахъ горъ и въ лощинахъ.

Не трудно показать, какія главнѣйшія препятствія противопоставляетъ растительность стремленію стекающей воды—снести вывѣтрившійся слой. Раньше мы подробно излагали, какъ совершается подобное перенесеніе, и на этомъ процессѣ основали прямое или не прямое образованіе всѣхъ почвъ не коренныхъ и не происшедшихъ изъ массивной породы. Процессъ перенесенія, не смотря на важное значеніе его, какъ момента образованія огромнаго числа почвъ, въ большинствѣ случаевъ является вреднымъ для культурныхъ цѣлей. На поверхности высоко лежащихъ скалъ, или расположенныхъ вблизи обрывовъ, никогда не образовался-бы вывѣтрившійся слой, необходимый даже для посредственной растительности, если-бы сильные дожди и стекающая вода могли бы свободно сносить его. При постоянномъ дѣйствіи этихъ факторовъ перемѣшенія, быстрая работа процессовъ вывѣтриванія была-бы совершенно напрасной и нашимъ взорамъ всюду представлялись-бы голыя, непокрытыя растительностью скалы.

нувшійся яичный бѣлокъ, стружки слоновой кости, помѣщенные въ цвѣточномъ горшкѣ съ растеніями, разлагались быстрѣе, чѣмъ при отсутствіи послѣднихъ; это явленіе можно объяснить подобнымъ же образомъ, какъ и болѣе быстрое вывѣтриваніе минеральныхъ массъ, при тѣхъ-же условіяхъ. Ср. объ этихъ опытахъ у Мульдера: *Chemie d. Ackerkrume*. Berlin, 1863 II, стр. p. 61.

О вліяніи корней растенія на вывѣтриваніе ср. также, Hoffmann: *Ackerbau-chemie etc.* 1866 стр. 20.

Постоянная, въ высшей степени напряженная дѣятельность растеній препятствуетъ проявленію этой, вредной для культурныхъ цѣлей, подвижности вывѣтрившихся массъ и слоя, годнаго къ воздѣлыванію. Всякому извѣстно изъ опыта, что плотина, покрытая дерновымъ слоемъ, легче противится напору воды, чѣмъ плотина такой-же прочности, но голая; наблюденія на морскихъ и рѣчныхъ берегахъ подтверждаютъ этотъ выводъ личнаго опыта. Подобный фактъ объясняется очень просто: травянистыя растенія укореняются посредствомъ цѣлой массы мелкоразвѣтвленныхъ корешковъ, вслѣдствіе чего каждая частичка почвы прочно удерживается и образуется тѣсное сплетеніе всего поверхностнаго слоя. Дѣйствительно, прочно переплетенная ткань или ивовыя плетенки и т. под. оказываютъ подобное-же дѣйствіе.

Растительность, особенно лѣса нашихъ горъ, гдѣ тонкій вывѣтрившійся слой подверженъ постоянной и сильной опасности снесенія водою, играютъ сходную, хотя болѣе сложную роль. Хорошая лѣсная почва, покрытая различными растеніями и большимъ слоемъ мха, подобна губкѣ *); она можетъ поглотить огромное количество дождевой воды, которая въ послѣдствіи стекаетъ медленно.—Я не говорю уже о выгодѣ для самыхъ деревьевъ—запасать множество влаги, но упоминаю только о вліяніи лѣса на ниспадающую воду и указываю на измѣненіе въ дѣйствіи послѣдней отъ этой причины. Прежде всего сила падающаго дождя ослабляется надземными частями растеній **), т. е. вѣтвями и вершиной, что, очевидно, важно для сохраненія почвы, затѣмъ послѣдняя еще болѣе защищается отъ дѣйствія потоковъ воды, несущихся со скалъ, сопротивленіемъ низкихъ растеній, подземныя части которыхъ сильно сплетаются, и корней самыхъ деревьевъ.

Но самое важное значеніе лѣса, какъ защиты культурной почвы, заключается въ дѣйствіи медленно стекающей съ него воды на почву долинъ. Дожди, ниспадающіе съ безлѣсныхъ горъ, стремятся въ долины въ видѣ разрушительныхъ потоковъ, сносятъ при своемъ паденіи вывѣтрившійся слой и производятъ въ рѣчныхъ долинахъ быстро уси-

*) О значеніи опавшихъ листьевъ въ сохраненіи лѣсной почвы отъ снесенія ея водою, ср., между прочимъ, Krutzsch: Chem. Ackersm. 1863 г., стр. 15 и слѣд.

**) Дождемѣры, поставленные въ молодомъ сосновомъ лѣсу, показали, что изъ всего количества дождя, выпадающаго на лѣсъ, смотря по мѣсяцамъ, только 17—32% воды прямо достигаетъ почвы. Ср. Krutzsch, тамъ-же стр. 16—17.

ливающееся и столь-же быстро исчезающее наводнение. Почва, снесенная съ горъ бурными потоками воды, не отлагается въ долинахъ, но послѣднія загромаждаются бесплоднымъ щебнемъ — словомъ, при такомъ разрушительномъ процессѣ воды и гора, и долина теряютъ необходимые условія для культуры. Быстро растущее и опустошительное наводнение, влекущее описанные результаты, — съ одной стороны, засухи въ рѣчныхъ долинахъ въ періоды бездождія — съ другой, — таковы неизбежныя послѣдствія безлѣсности горъ; тогда какъ обширныя лѣсныя насажденія на горахъ превращаютъ воду ихъ въ высшей степени благотѣльную стихію, благодаря лѣсу, вода стекаетъ медленно и сохраняется во время сухаго времени года. Этимъ можно объяснить, почему въ Германіи у подошвы лѣсистыхъ горъ разстилаются улыбающіяся, покрытыя зеленью долины, между тѣмъ какъ въ верхней Италіи и во многихъ мѣстахъ Франціи мы встрѣчаемъ русла рѣкъ, покрытыя на всемъ пространствѣ разлива водъ обломками между которыми протекаетъ жалкій ручеекъ. Къ этой точкѣ зрѣнія сводится вопросъ о вліяніи лѣса на климатъ страны *).

Важное значеніе разведенія лѣса на горахъ, какъ уже это ясно изъ предыдущаго, дѣлаетъ необходимымъ слѣдующее практическое замѣчаніе: если, вслѣдствіе хозяйственной неразсчитливости, лѣсъ истребленъ, то исправить подобную ошибку чрезвычайно трудно, такъ какъ — намъ извѣстно уже это — постоянное существованіе растительности необходимо для восстановленія условій, безъ которыхъ немислимо ея дальнѣйшее распространеніе. Этого замѣчанія достаточно, чтобы поставить на видъ любопытную хозяйственную проблему, основанную на указанной физической зависимости.

*) Въ двадцать четвертой лекціи (стр. 5) было уже сказано, что лѣса обнаруживаютъ вліяніе не только на характеръ степенія падающихъ осадковъ, но и на самое количество ихъ, и на цѣлый рядъ климатическихъ явленій, которыя мы, подъ названіемъ чисто атмосферныхъ условій произрастанія, противопоставляемъ условіямъ почвеннымъ. Это непосредственное вліяніе лѣса на климатъ, по мнѣнію Шлейдена (ср. его прекрасное произведеніе: *Für Baum und Wald*, 1870), не можетъ быть выражено однимъ словомъ; оно чрезвычайно разнообразно, и смотря по характеру лѣса, по направленію господствующихъ вѣтровъ, можетъ то возвышать среднюю температуру страны, то понижать ее; влажность-же отъ присутствія лѣсовъ всегда увеличивается. Этотъ предметъ мы оставимъ въ сторонѣ; скажемъ только, что, подвергая сомнѣнію другія вліянія лѣса, достаточно признать одно — вліяніе на распредѣленіе падающей воды, чтобы положить его въ основаніе консервативной лѣсохозяйственной системы и оправдать обычное вмѣшательство государства въ общинное и частное лѣсное хозяйство.

Я перехожу теперь къ самому важному изъ всѣхъ трехъ вліяній растительности на свойства почвы, т. е. къ измѣненіямъ въ послѣдней, вызываемымъ, посредственно или непосредственно, скопленіемъ въ ней растительныхъ веществъ. По естественной послѣдовательности явленій въ природѣ, растенія, спустя большій или меньшій промежутокъ времени,—мѣсяцы, года, умираютъ, оставляя почвѣ, ихъ питавшей, всѣ части, непотребленныя животными организмами. Растенія содержатъ въ себѣ извѣстное количество воды, на которую мы теперь не будемъ обращать вниманія, цѣлый рядъ, болѣе или менѣе быстро сгнивающихъ, органическихъ веществъ; кислородъ послѣднихъ, большею частью, заимствованъ изъ воздуха, азотъ-же только отчасти; наконецъ, растенія оставляютъ почвѣ минеральныя вещества, исключительно изъ нея взятая.

Органическія вещества, обогащающія почву, измѣняютъ ея физическія свойства. При гніеніи они окрашиваются въ темный цвѣтъ, сообщая послѣдній и верхнему почвенному слою, становятся очень рыхлыми, развиваютъ при своемъ разложеніи извѣстное количество теплоты *). Всѣ эти измѣненія въ свойствахъ, какъ мы скоро увидимъ, чрезвычайно важны для развитія растеній при обыкновенныхъ условіяхъ.

Далѣе, органическія вещества, при своемъ разложеніи, развиваютъ значительное количество углекислоты **), не говоря уже (такъ какъ этотъ вопросъ насъ не касается) о прямомъ питаніи растеній этими веществами или органическими продуктами ихъ разложенія. Углекислота-же не только служитъ прямымъ питательнымъ веществомъ для хлорофильныхъ растеній, не только сильно содѣйствуетъ развитію этихъ растеній ***), если доставляется ихъ корнямъ, но также является, какъ объ этомъ вкратцѣ было уже упомянуто, очень важнымъ моментомъ дальнѣйшаго вывѣтриванія въ почвѣ. При этомъ нужно особенно обратить вниманіе на то, что вода и воздухъ почвы, наполненной гнѣющими орган. веществами, гораздо богаче углекислотою, сравнительно съ атмосфернымъ возду-

*) Можно-ли этой теплотѣ придавать существенное значеніе, объ этомъ будетъ сказано въ концѣ тридцатой лекціи.

**) Еще *Соссюръ* признавалъ всю важность подобнаго вліянія гнѣющихъ органическихъ веществъ; обстоятельство, имѣющее большое значеніе въ виду любимого представленія *Либиха* объ этомъ-же предметѣ. Ср. у *Мулдера*: *Chemie der Ackerkrume* Berlin,, 1863. II стр. 53 и слѣд.

***) Ср. девятнадцатую лекцію.

комъ и метеорными водами; вѣдствие этого, въ такой почвѣ ускоряются процессы вывѣтриванія нераспавшихся элементовъ горной породы, — процессы, главнымъ образомъ обусловливаемые дѣйствіемъ воды, насыщенной углекислотою. Вывѣтриваніе же во многихъ случаяхъ равнозначительно прямому прибавленію важныхъ питательныхъ веществъ, каковы: кали, фосфорная кислота, въ растворенномъ, иногда-же хотя и въ нерастворенномъ состояніи *), но за то въ формѣ, болѣе доступной растворяющей дѣятельности растительныхъ корней **). Вотъ какъ разнообразно дѣйствуетъ одинъ изъ продуктовъ гніенія орган. вещества; другой-же — воду, образующуюся въ большихъ количествахъ, мы и здѣсь оставимъ безъ вниманія.

Кромѣ углекислоты, при разложеніи азотистыхъ органическихъ веществъ въ почвѣ образуется, хотя въ меньшемъ количествѣ, чрезвычайно важный продуктъ, — азотная кислота; если-же въ почвѣ самыя неблагоприятныя условія окисленія, то, вмѣсто нея, амміакъ. Оба эти соединенія въ видѣ солей чрезвычайно важны и представляютъ питательныя вещества, скудно распространенныя въ природѣ. Въ одной изъ прежнихъ лекцій ***) мы видѣли и, кромѣ того, нѣсколько разъ было упомянуто о слѣдующемъ фактѣ: культурныя, высшія растенія, посаженныя въ прокаленную почву, даже при поливаніи дождевой водою, не достигаютъ роскошнаго развитія; это зависитъ больше отъ недостатка азотистой пищи, чѣмъ отъ отсутствія въ почвѣ источниковъ углекислоты; дѣйствительно, прибавляя незначительныя количества селитры или амміачной соли ****), мы получаемъ роскошное растеніе. Результаты водной культуры приводятъ

*) Ссылаюсь на двѣ слѣдующихъ лекцій, гдѣ вопросъ объ этомъ состояніи разобранъ подробно.

**) Кромѣ углекислоты и азотнокислыхъ соединеній другіе продукты гніенія также принимаютъ участіе въ ускореніи процессовъ вывѣтриванія въ почвѣ. *Zenft* (ср. *Landw. Jahresber.* f. 18^{67/68} стр. 9) наблюдалъ разложеніе *олитокласа* и другихъ силикатовъ при дѣйствіи гуминовокислаго кали; этимъ фактомъ онъ объяснилъ разложеніе навозной жижи базальтовыхъ и гранитныхъ обломковъ, — способъ, употребляемый въ Тюрингіи. Если химическая сторона происходящихъ при этомъ реакцій и требуетъ дальнѣйшихъ разъясненій, то, во всякомъ случаѣ, вѣроятно, что и гніющая растительная масса можетъ непосредственно произвести подобное дѣйствіе.

***) См. двѣнадцатую лекцію.

****) Ср. Э. Вольфъ: *Prakt. Düngerlehre*, стр. 5 *Chem. Centralbl.* 1852, стр. 657 и у Мульдера *Chemie d. Ackerkr.* III стр. 125 и слѣд.

къ тому же заключенію. Почва, совершенно лишенная растительныхъ и животныхъ веществъ, совершенно подобна, относительно содержанія азота, прокаленной, о чемъ уже говорилось въ указанной лекціи. Въ такой почвѣ дождевая вода и другіе осадки могутъ скопить самыя незначительныя количества связаннаго азота, такъ какъ минералы, изъ которыхъ произошла почва, содержатъ лишь слѣды амміака. Позднѣе мы познакомимся съ тѣмъ, почему азотъ метеорныхъ водъ, въ теченіе тысячелѣтій доставляемый неорганической почвѣ, не скопился тамъ въ большихъ массахъ. Здѣсь же достаточно упомянуть о такомъ фактѣ: почва, незанятая растительностью, въ мѣстахъ, гдѣ вообще нѣтъ недостатка въ водяныхъ осадкахъ, почти совершенно не обнаруживаетъ присутствія азотныхъ и амміачныхъ соединений.

Такимъ образомъ, становятся понятными выгоды присутствія гниющей массы въ почвѣ для ея плодородія. Растенія, въ теченіе всей своей жизни, скопляютъ связанный азотъ, какъ при помощи корней, изъ постоянно омывающихъ ихъ метеорныхъ водъ, такъ и надземными органами, ассимилируютъ его и запасаютъ въ формѣ органическихъ веществъ. Умирая, растенія оставляютъ послѣдующимъ генераціямъ продукты разложенія этихъ веществъ; такимъ образомъ, для неорганической почвы открываются источники азота. Легко понять значеніе этихъ обстоятельствъ, при разсмотрѣнныхъ условіяхъ, для роскошнаго развитія растений *).

Къ упомянутымъ точкамъ зрѣнія приводится все значеніе *перегной* (*гумуса*) для плодородія почвы; этимъ стариннымъ терминомъ обозначаются гниющія вещества, находящіяся въ почвѣ. Извѣстно, что практика придавала всегда значеніе перегною, хотя теоретическое толкованіе его дѣйствія отчасти было ложно: думали, что органическія вещества гумуса служили для непосредственнаго питанія **). Теорія,

*) Только что описанный процессъ, — введеніе въ почву чисто минеральныхъ питательныхъ веществъ, амміака и азотной кислоты, посредствомъ скопленія въ ней *органическихъ*, подалъ поводъ къ заблужденію, вслѣдствіе котораго, чисто минеральныя азотистыя удобренія разсматривались какъ органическія (по крайней мѣрѣ какъ не минеральныя); *Либихъ* (см. его «Химію и т. д.», 1862, введеніе и т. д., стр. 32) чрезвычайно ловко воспользовался этимъ заблужденіемъ въ своемъ отвѣтѣ на нападки *Лауса* и *Джилберта*.

**) Ср. впрочемъ, примѣчанія въ концѣ пятой лекціи, которыми вопросъ, затронутый въ текстѣ, вовсе не рѣшается окончательно, хотя ему и принадлежитъ только второстепенное значеніе.

признавая невѣрность подобныхъ научныхъ воззрѣній на питаніе, сама не стояла еще на такой высотѣ, чтобы понять всю важность описанныхъ второстепенныхъ вліяній такъ называемаго перегноя; эта теорія въ свое время была очень склонна отрицать значеніе перегнойныхъ веществъ въ какомъ бы то ни было отношеніи. Здѣсь намъ представляется зрѣющее, почти постоянно повторяющееся при теоретической обработкѣ вопросовъ изъ области практики: теорія, опираясь на вѣрные принципы, при недостаткѣ значительнаго числа фактовъ, приходитъ къ очень неразумнымъ положеніямъ, тогда какъ практика строитъ эмпирическимъ путемъ очень цѣлесообразныя правила и для подкрѣпленія ихъ прибѣгаетъ къ теоріи, оставляющей безъ вниманія всѣ научныя принципы *).

Какъ мы видѣли, скопленіемъ перегнойныхъ веществъ свойства почвы, по отношенію къ растительности, измѣняются сильно и во многихъ отношеніяхъ. Отсюда понятно, почему присутствіе ихъ послужило такимъ же принципомъ классификаціи почвъ, какъ и чисто минеральная основа ихъ. Каждая изъ перечисленныхъ выше почвъ можетъ, при достаточномъ количествѣ перегнойныхъ веществъ, сдѣлаться *перегнойною почвою*, или если накопленіе происходитъ при особенныхъ условіяхъ тлѣнія, какія встрѣчаются въ почвѣ со стоячей водою, причемъ образуются характерныя продукты разложенія, — *болотною почвою*. На этомъ-то основаніи мы не воспользовались этими обозначеніями при классификаціи почвъ.

Быть можетъ, слѣдовало бы ограничиться этимъ короткимъ обзоромъ значенія перегнойныхъ веществъ, такъ какъ въ немъ находится все то, что осталось отъ перегнойной теоріи, послѣ приложенія строго научныхъ методовъ. Но, принимая въ соображеніе то вниманіе, которымъ обыкновенно пользуются перегнойныя вещества, мы, съ своей стороны, также остановимся на результатахъ обширныхъ изслѣдованій свойствъ и состава перегноя. При этомъ мы будемъ имѣть возможность дѣлать нѣкоторыя полезныя соображенія и болѣе точную оцѣнку вышеприведеннаго.

Перегной не представляетъ какого-нибудь опредѣленнаго химическаго соединенія, а также опредѣленной смѣси подобныхъ соединеній, но, какъ было уже сказано, этимъ названіемъ обозначаютъ смѣсь химически еще неизслѣдованныхъ продуктовъ разложенія, без-

*) Это хорошо характеризуетъ отношеніе Либиха къ Тэеру по вопросу о гумусѣ.

престанно, вслѣдствіе тлѣнія, измѣняющихся дальше и уже по одному этому не имѣющихъ опредѣленнаго состава, неизмѣнныхъ физическихъ и химическихъ свойствъ.

Напротивъ, составъ перегноя и свойства его тѣснѣйшимъ образомъ зависятъ не только отъ стадій процесса разложенія, но и отъ направленія такого процесса, отъ разнообразныхъ формъ химизма послѣдняго при различныхъ внѣшнихъ условіяхъ.

Впрочемъ, извѣстными физическими свойствами обладаютъ всѣ перегнойныя вещества, въ какой бы стадіи разложенія и въ какихъ бы условіяхъ послѣдняго они ни находились. Прежде всего, всѣмъ имъ свойственъ очень темный цвѣтъ, — все равно будутъ ли они по составу подходить къ клѣтчатѣ, или, при болѣе сильномъ измѣненіи, — къ торфу и бурому углю, произошли ли они при гніеніи растительныхъ веществъ подъ водою, или при свободномъ доступѣ воздуха, при болѣе высокой или низкой температурѣ; это темное окрашиваніе сообщаетъ почвѣ важныя свойства при нагрѣваніи ея солнечными лучами *). Далѣе, всѣ перегнойныя вещества обладаютъ способностью сгущать и удерживать въ себѣ воду.

Нѣкоторые химическія свойства общи также перегнойнымъ веществамъ различнаго происхожденія и неодинаковыхъ стадій разложенія, напр., способность претерпѣвать дальнѣйшее разложеніе и выдѣлять извѣстныя (хотя и различныя) количества углекислоты; затѣмъ, связывать цѣлый рядъ оснований и удерживать послѣднія въ нерастворимомъ (такъ назыв. поглощенномъ) состояніи. Это извѣстное однообразіе свойствъ цѣлой группы различныхъ веществъ служитъ единственнымъ основаніемъ обозначенія ихъ однимъ коллективнымъ терминомъ.

Что касается вліянія стадій разложенія на свойства перегнойныхъ веществъ, то можно сказать слѣдующее: чѣмъ свѣжѣе перегной, чѣмъ непосредственнѣе образовался онъ изъ гнѣющихъ органическихъ остатковъ, тѣмъ болѣе онъ доставитъ углекислоты и азотной кислоты. Это положеніе не требуетъ дальнѣйшаго поясненія; само собою понятно, что первыми разлагаются наименѣе прочныя вещества, причемъ остаются или образуются все болѣе и болѣе устойчивыя соединенія, постепенно приобрѣтая перевѣсъ надъ первыми. Поэтому раздѣленіе перегноя на «свѣжій» и «старый» вполне цѣлесообразно, какъ выраженіе различныхъ химическихъ состояній; оно и принято, дѣйствительно, на практикѣ.

*) Ср. тридцатую лекцію.

Легко доказать различіе продуктовъ тлѣнія, при неодинаковомъ ходѣ процессовъ разложенія, и различіе это признается и практикой. Неоднократно доказанъ фактъ, что гніеніе, напр., обыкновеннаго дерева подѣ водою происходитъ иначе и даетъ другіе продукты, чѣмъ на воздухѣ. При гніеніи дубоваго дерева на воздухѣ, терается одновременно углекислота и вода, при этомъ кислородъ углекислоты берется изъ воздуха. Но при такомъ процессѣ, воды выступаетъ болѣе, чѣмъ углекислоты; такимъ образомъ возникаютъ продукты, относительно болѣе богатые углеродомъ и подходящіе по составу къ обезводненнымъ углеводамъ.

Анализы *Шевандье*, *Мейера* и *Вилля* *) показываютъ, напр., слѣдующее:

	Дубовое дерево (свѣж.)		Дубовое д. (гнившее на воздухѣ)	
	I	II	I (свѣтлбур.)	II (темнбур.)
C.	50,6%	52,5%	53,6%	56,2%
H.	6,0	{ 47,5	5,2	4,9
O+N.	43,4		41,2	38,9

Подѣ водою процессъ происходитъ иначе. При этихъ условіяхъ (по крайній мѣрѣ иногда) выдѣленіе углерода превосходитъ выдѣленіе воды. По анализамъ *Либиха*, сгнившее подѣ водою дубовое дерево содержитъ:

C.	H.	O.	Золы.
47,6%	6,2%	44,9%	1,3%

Отсюда ясно вліяніе воды на направленіе гніенія. Подобный же процессъ мы должны допустить и для веществъ, находящихся въ почвѣ, гдѣ мы имѣемъ право ожидать различныхъ продуктовъ, смотря по количеству воды въ ней и по тому, имѣетъ-ли воздухъ свободный доступъ или нѣтъ.

Буссето сообщилъ очень цѣнные наблюденія надѣ вліяніемъ температуры на гніеніе, надѣ различнымъ ходомъ этого процесса въ разныхъ климатахъ. По мнѣнію его, подѣ тропиками процессъ гніенія происходитъ совершенно иначе и тамъ, напр., вовсе неизвѣстенъ торфъ. Въ этихъ областяхъ гніеніе подѣ водою **) органическихъ

*) Handwörterb. d. Chemie 1848. III, стр. 927.

**) Въ первобытныхъ тропическихъ лѣсахъ, напротивъ, попадаются огромные слои черной перегнойной почвы, замѣчательнаго плодородія, такъ что процессъ,

веществъ происходитъ съ образованіемъ углекислоты и болотнаго газа. Но если тамъ же подняться на нѣсколько тысячъ футъ надъ уровнемъ моря, напр., на Андское плато, гдѣ средняя температура равна 8—10° С., то мы встрѣтимся снова съ образованіемъ торфа, что доказываетъ намъ, что только температура въ этомъ случаѣ обуславливала различіе въ направленіи процесса тлѣнія.

Впрочемъ, подобныя же явленія можно наблюдать *) и въ нѣкоторыхъ нашихъ мѣстностяхъ. Путешественники, часто посѣщавшіе земледѣльческія горныя страны, хорошо знаютъ, что чѣмъ выше лежитъ почва, тѣмъ темнѣе она окрашена; это указываетъ намъ ясно, что на большихъ высотахъ, при низкой средней температурѣ, процессъ разложенія органическихъ веществъ идетъ медленнѣе, тамъ всегда остается нѣкоторое количество неразложеннаго перегноя; при господствующихъ на этихъ высотахъ условіяхъ, послѣдній мало способенъ къ сотлѣванію, практиками не цѣнится и называется «холоднымъ перегноемъ».

Подобное-же различіе представляютъ почвы, обладающія характерными физическими свойствами, обуславливающими большой или меньшій доступъ воздуха; поэтому-то, въ одной почвѣ органическія вещества быстро разлагаются, въ другой—напротивъ, сохраняются долгое время. Сильно пористыя почвы, гдѣ происходитъ явленіе перваго рода, наз. «голодными» или «жадными» (Zehrende).

Различіе въ ходѣ процесса тлѣнія, показываемое почвами, насыщенными водой и сухими, хорошо провѣтриваемыми почвами, подобно тому, какъ мы видѣли это, при различныхъ условіяхъ, у дубоваго дерева, играетъ на практикѣ очень важную роль. При разложеніи растительныхъ веществъ подъ водою, образуются особенные, мало изслѣдованные, впрочемъ, продукты, весьма вредные для всѣхъ культурныхъ растений, получившіе у практиковъ коллективнее названіе «кислаго перегноя» **). Ничего подобнаго не замѣчается при гніеніи растительныхъ остатковъ въ хорошо провѣтриваемой почвѣ; въ

который наблюдалъ *Буссено*, ограничивается тѣми случаями, когда разложеніе происходитъ подъ водою.

*) Опыты *Петерса*, гдѣ земля искусственно нагревалась, дали на этотъ счетъ согласные результаты. *Sр. Jahresb. f. Agriculturchem.* 1862—3, стр. 9.

**) Сюда-же относится сообщенное *Буссено* (die Landwirthsch. Т. I) наблюденіе, что перегнойная земля, образующаяся въ древесномъ дуплѣ, въ которомъ накопляется дождевая вода, дѣйствуетъ вредно на растительные процессы.

этомъ случаѣ получаемъ «доброкачественный перегной» (mild). Позднѣе *) мы увидимъ, что образованіемъ кислаго перегноя объясняется вредъ, причиняемый почвѣ скопленіемъ въ ней большихъ количествъ воды.

Подобно присутствію или отсутствію воды и кислорода въ почвѣ, извѣстной температуры послѣдней, на ходъ процесса тлѣнія, оказываетъ вліяніе присутствіе или отсутствіе веществъ, вступающихъ въ химическое соединеніе съ продуктами разложенія; впрочемъ, объ этомъ предметѣ мы очень мало знаемъ опредѣленнаго. Здѣсь необходимо сказать только о дѣйствіи извести (обоженной и необоженной) на ходъ процесса тлѣнія, такъ какъ это чрезвычайно важно въ практическомъ отношеніи. Известь дѣйствуетъ слѣдующимъ образомъ: во-первыхъ, дѣлаетъ безвреднымъ кислый перегной, нейтрализуя перегнойныя кислоты, и, во-вторыхъ, содѣйствуетъ быстрому и совершенному окисленію перегнойныхъ веществъ. Но и въ этомъ случаѣ невозможно понять надлежащимъ образомъ химизма подобнаго дѣйствія **).

Только благодаря упорнымъ и труднымъ изслѣдованіямъ удалось ближе опредѣлить вещества, образующіяся при различныхъ условіяхъ гніенія органическихъ остатковъ, и познакомиться съ дѣйствіемъ этихъ веществъ на почву. Отдавая полную справедливость этимъ усиліямъ, тѣмъ не менѣе надо признать, какъ, несмотря на массу изслѣдованій по этой части ***), мало брошено свѣта на поставленные вопросы. Изъ почвы, богатой гніющими веществами, приготовили множество веществъ, которые всѣ въ обширномъ смыслѣ слова могутъ быть названы перегнойными; кромѣ того, пытались ихъ получить изъ точно извѣстныхъ органическихъ тѣлъ, далѣе опредѣлили ихъ составъ и свойства. Несмотря, однако, на всѣ эти изслѣдованія, мы и до сихъ поръ не знаемъ, имѣемъ ли мы дѣло съ химически чистыми соединеніями; да это и понятно: до сихъ поръ не удалось еще достигнуть полного отдѣленія перегнойныхъ веществъ, такъ какъ обыкновенные способы полученія въ чистомъ видѣ, кристаллизація и перегонка, — не примѣнимы въ этихъ случаяхъ. Дѣйствительно, сильныя отклоненія въ составѣ веществъ, носящихъ одно и то же названіе, но приготовленныхъ различно, указываютъ на отсутствіе хорошихъ способовъ отдѣленія. Такъ-же мало дали намъ эти изслѣдо-

*) Смори тридцать первую и тридцать восьмую лекціи.

**) См., впрочемъ, тридцать восьмую лекцію.

***) См. *Мюльдера*: *Chemie der Ackerkrume*. Berlin 1863, I, стр. 308—360.

ванія касательно вопроса о функціяхъ въ почвѣ отдѣльныхъ перегнойныхъ веществъ, относительно ихъ значенія, какъ питательныхъ продуктовъ. Что касается до послѣдней роли, то въ теоретическомъ отдѣлѣ нашихъ изслѣдованій было сдѣлано нѣсколько замѣчаній, смыслъ которыхъ таковъ: съ одной стороны нельзя теоретически отвергать ассимиляціи органическихъ веществъ зелеными растеніями, такъ какъ намъ извѣстно существованіе хлорофильныхъ паразитовъ, съ другой же стороны, и такое обильное поступленіе этихъ веществъ въ растенія, которое было-бы очень полезно послѣднимъ и потому имѣло-бы значеніе въ сельско-хозяйственномъ отношеніи, тоже не доказано. Сказанное тогда вообще, — можно приложить теперь къ каждому перегнойному веществу въ отдѣльности. Хотя, при воспитаніи растенія въ питательномъ растворѣ, окрашенномъ въ бурый цвѣтъ перегнойными веществами, и замѣчается уменьшеніе интенсивности окрашиванія, хотя, съ другой стороны, съ вѣсами въ рукахъ, можно доказать поступленіе этихъ веществъ въ растеніе *) и такимъ образомъ признать въ высшей степени вѣроятную переработку растеніемъ перегнойныхъ веществъ, — тѣмъ не менѣе, уже по одной трудности опытнаго доказательства этого положенія, можно заключить, что перегнойныя вещества, находящіеся въ почвенномъ растворѣ въ незначительномъ количествѣ, обладаютъ столь слабою осмотическою способностью **) по отношенію къ эпibleмѣ корневыхъ клѣтокъ у высшихъ растеній, что не можетъ быть и рѣчи о важномъ питательномъ значеніи перегнойныхъ веществъ для культурныхъ растеній. — Я упомянулъ объ этомъ только между прочимъ.

Мульдербъ различаетъ слѣдующія перегнойныя вещества ***): *ключевая кислота, кислота ключеваго осадка ****), ульминовая и гуминовая кислоты, ульминъ и гуминъ*. Они обладаютъ такими свойствами:

Тѣла (изъ этихъ веществъ) обозначаемыя названіемъ кислотъ растворяются въ жидкостяхъ, содержащихъ щелочи; вслѣдствіе того имъ приписываютъ способность соединяться съ послѣдними. Гуминъ и ульминъ не растворимы ни въ водѣ, ни въ щелочахъ. Ключевая

*) Объ этомъ предметѣ см. особенно у Мульдера loc. cit. II, стр. 96—116.

**) Ср. у Кюна (Kreislauf d. Stoffe стр. 120) о результатахъ *Соссюра* при изслѣдованіи этого предмета

***) Ср. также у Кюна (Kreislauf d. Stoffe. I, стр. 301 и слѣд.) извлеченіе изъ изслѣдованій *Мульдера*.

****) Ключевая кислота и кислота ключеваго осадка называются также *креповой* и *анокреновой*.

кислота и кислота ключевого осадка растворяются уже прямо въ водѣ.

Ключевая кислота еще не получена искусственно, она не бурого цвѣта, но бѣлая (или безцвѣтна), также какъ и соли ея, соединенія съ щелочами и щелочными землями. Во влажномъ состояніи на воздухѣ она переходитъ, посредствомъ окисленія, въ бурую *кислоту ключевого осадка*; при дѣйствіи водорода въ моментъ выдѣленія, снова превращается въ ключевую кислоту. Подобное окисленіе и возстановленіе попеременно происходятъ въ почвѣ, смотря по тому, какому изъ этихъ процессовъ благоприятствуютъ почвенныя условія. Въ сухой, провѣтриваемой почвѣ чрезъ окисленіе получается кислота ключевого осадка; въ мокрой же, особенно въ глубокихъ слояхъ, она возстановляется въ ключевую кислоту, вслѣдствіе употребленія кислорода другими веществами.

Буро и черноокрашенныя *гуминовыя* и *ульминовыя вещества*, при дѣйствіи азотной кислоты, переходятъ въ кислоту ключевого осадка. Если эти вещества растворяются въ щелочахъ, то, какъ сказано было, они называются кислотами. *Ульминовая* и *гуминовая* кислоты отличаются между собою только цвѣтомъ: первая—бурая, вторая—черная. Онѣ нерастворимы въ щелочныхъ земляхъ; напротивъ, ими и солями земель осаждаются изъ раствора, такъ что щелочныя соли этихъ кислотъ въ этомъ отношеніи напоминаютъ мыло. Вотъ почему большая часть почвъ, содержащихъ известь, при обработкѣ ихъ дистиллированной водою, сначала не даетъ бурого окрашиванія, наступающаго только, если почву предварительнымъ выщелачиваніемъ лишить солей земель и слѣдовательно вода потеряетъ свою «жесткость». Этимъ объясняется также фактъ, о которомъ упоминалось въ двадцать пятой лекціи, что воды, стекающія съ горныхъ породъ, бѣдныхъ известью и магнезіей и богатыхъ щелочами, легко окрашиваются въ бурый цвѣтъ и то же самое относится и къ стоячимъ водамъ болотныхъ мѣстностей, бѣдныхъ известью, тогда какъ жесткая вода ключей бываетъ по большей части безцвѣтной, и явленіе это объясняется отсутствіемъ окрашенныхъ продуктовъ гніенія, — гуминовой и ульминовой кислотъ, что, въ свою очередь, зависитъ отъ богатства такихъ ключей известью *).

*) Замѣчательна также растворимость этихъ веществъ въ жидкостяхъ, содержащихъ фосфорнокислый амміакъ.

Ульминъ и гуминъ, наконецъ, представляютъ тѣла темнаго цвѣта, нерастворимыя даже въ щелочахъ. Вещества бурья, подобно извлекаемымъ щелочами продуктамъ, назыв. *ульминомъ*; черныя же — *гуминомъ* *). Оба, впрочемъ, отчасти растворимы въ *горячихъ* щелочахъ, переходя при этомъ въ соответствующія кислоты. Однако, даже при послѣдовательной обработкѣ почвы водою, холодными и горячими щелочами, получается болѣе или менѣе нерастворимый остатокъ темнаго цвѣта.

Для теоріи удобрения известью почвъ, богатыхъ кислымъ перегноемъ, подобные опыты привели еще къ одному весьма важному результату. Они показали, что *перегнойно-кислыя соли* (коллективное названіе вышеупомянутыхъ соединений) во влажномъ состояніи окисляются гораздо быстрѣе перегнойныхъ кислотъ **).

Что касается химическаго состава перегнойныхъ веществъ, то я умыленно избѣгалъ формулъ, которыя имъ даны *Мульдеромъ*. Почему я поступилъ такимъ образомъ, — ясно изъ вышесказаннаго. Мы не можемъ быть увѣрены, что имѣемъ дѣло съ чистыми продуктами. Дѣйствительно, ихъ неспособность кристаллизоваться, ихъ легкая измѣняемость и другія особенности, — все это въ высшей степени затрудняетъ полученіе ихъ въ чистомъ видѣ. Несходство результатовъ имѣющихся анализовъ, мнѣ кажется, вполне подтверждаетъ это заключеніе. Я приведу нѣкоторые изъ нихъ, чтобы познакомить съ приблизительнымъ составомъ перегнойныхъ веществъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, подтвердить сказанное о несходствѣ анализовъ. Считаю нужнымъ предупредить, что нѣкоторые изъ приведенныхъ веществъ принимаются за амміачныя соли, чѣмъ и объясняется содержаніе въ нихъ азота. Мы тотчасъ возвратимся къ этому предмету.

*) Черныя гуминовые вещества происходятъ болѣе подъ водою, при отсутствіи воздуха, а бурья ульминовые при доступѣ послѣдняго въ сухую почву.

**) Дѣйствіе основаній на окисляемость перегнойныхъ веществъ, важное въ сельскохозяйственномъ отношеніи, еще теоритически не объяснено. Химія много знаетъ подобныхъ фактовъ. Такъ *Шеврель* наблюдалъ, что многія красящія вещества, содержащія галловую (орѣшковую кислоту), могутъ чрезвычайно долго оставаться безъ измѣненія въ видѣ раствора; напротивъ, прибавленіе небольшого количества щелочей обуславливаетъ поглощеніе кислорода, вызывающее сильное бурѣніе.

Ключевая кислота.

Получена изъ почвы; составъ ея вычисленъ изъ мѣдной соли.

	I.	II.	III.	Оба первыя вещества разсматриваются какъ аммиачныя соли.
C	44,0	44,7	45,8	
H	5,5	5,4	5,0	
N	3,9	1,9	слѣды	
O	46,6	48,0	49,2	

Кислота ключевого осадка.

Получена изъ гуминовой кислоты посредствомъ азотной.

Прямо изъ почвы.

	I.	II.	III.	IV.
C	54,4	53,6	49,8	47,2
H	3,5	3,6	4,2	4,0
N	3,0	2,9	4,1	1,5
O	39,1	39,9	41,0	47,3

Гуминовая кислота, употр. для I анализа, была получена изъ сахара, а для II — изъ торфа. Всѣ анализированныя вещества разсматривались какъ кислыя аммиачныя соли кислоты ключевого осадка.

Ульминъ и ульминовая кислота.

Получены изъ сахара.

Изъ старой хинной коры **).

	I *).	II.	III.	при 195°	I.	II.
C	63,4	63,5—64,1	67,1	высуш.	59,4	59,2
H	4,8	4,3—4,5	4,2		6,1	5,6
N	0	0	0		3,5	
O	31,8		28,7		31,0	

Анализы ульмина и ульминовой кислоты не производились отдѣльно, такъ какъ, по мнѣнiю *Мулдера* ***), получаются числа одинаковыя, — будемъ-ли ихъ раздѣлять щелочами или нѣтъ. Вещества, полученные

*) Анализъ произведенъ *Штейномъ*: Annal. d. Pharm. T. 30, стр. 86.

**) Гессе, тамъ-же, T. 109, стр. 342.

***) Ср. тамъ-же, стр. 321.

Гессе изъ древесной коры и содержащія азотъ, принимаются также за амміачныя соединенія.

Гуминъ и гуминовая кислота.

Получена изъ сахара *) Естественная гуминовая к.

	I. (Гуминъ)	II. (Гумин. кислота)	III.	IV.	V.	VI.
C	63,4	64,4	56,3	56,8	59,0	58,0
H	4,3	4,3	4,4	4,9	4,7	4,9
N	0	0	3,3	3,5	3,6	2,8
O	32,3	31,3	36,0	34,8	32,7	34,3

III. получена изъ почвы.

IV. изъ почвы смородиннаго сада.

V. изъ торфа Гарлемскаго озера.

VI. изъ гнилаго дерева.

Достаточно одного взгляда на приведенныя цифры, чтобы убѣдиться, какъ мало были удачны попытки полученія перегнойныхъ веществъ въ химически-чистомъ видѣ, и какимъ смѣлымъ должно казаться стремленіе отождествлять вещества, хотя и носящія одинаковыя названія, но столь различнаго состава.

Пользуясь приведенными анализами, можно слѣдующимъ образомъ характеризовать отдѣльныя перегнойныя вещества: *Черныя гуминовые вещества* содержать углерода гораздо больше, чѣмъ углеводы, или чѣмъ дерево — вещества, изъ которыхъ въ природѣ главнымъ образомъ и происходитъ перегной (целлюлоза содержитъ углерода 44%, различныя деревья среднимъ числомъ — 50%); но водорода и кислорода черныя гуминовые вещества содержатъ менѣе, чѣмъ въ углеводахъ, хотя взаимное отношеніе этихъ элементовъ почти такое же, какъ и въ водѣ (говоря точнѣе, водорода нѣсколько болѣе); такимъ образомъ гуминовые вещества можно разсматривать, какъ сильно обезводненные углеводы.

Бурья гуминовые вещества еще богаче углеродомъ и соответственно бѣднѣе кислородомъ. Водорода въ нихъ больше, чѣмъ сколько

*) Какъ извѣстно, при обработкѣ углеводовъ и другихъ органическихъ веществъ крѣпкою сѣрной и другими минеральными кислотами, они окрашиваются въ темно-бурый или черный цвѣтъ, причемъ получаютъ тѣла, близко подходящія къ гуминовымъ.

его нужно для образованія съ кислородомъ воды. Нужно, однако, замѣтить, что различіе между искусственно приготовленными и естественными ульминовыми соединеніями до такой степени значительно (особенно относительно содержанія водорода), что вѣрное сужденіе здѣсь невозможно *).

Кислота ключевого осадка гораздо бѣднѣе углеродомъ, чѣмъ ульминовыя и гуминовыя вещества, но содержитъ его все-таки больше клѣтчатки; кислородъ и водородъ въ ней находятся не въ такомъ отношеніи, какъ въ водѣ: кислорода больше. Поэтому, теоретически ее можно разсматривать происшедшей изъ ульминовыхъ и гуминовыхъ веществъ чрезъ прямое присоединеніе кислорода.

Ключевая кислота, наконецъ, содержитъ столько-же углерода, какъ клѣтчатка, но бѣднѣе послѣдней водородомъ; въ ней водорода меньше, слѣдов. чѣмъ сколько нужно для образованія съ кислородомъ воды; тѣмъ не менѣе, судя по ея составу, она можетъ перейти въ предыдущую чрезъ окисленіе одновременно съ выдѣленіемъ большихъ количествъ воды.

Впрочемъ всѣ эти вопросы, даже если-бы отвѣты на нихъ представляли большую научную цѣну, имѣютъ для насъ мало интереса, такъ какъ до сихъ поръ мы не обладаемъ такимъ знаніемъ свойствъ отдѣльныхъ продуктовъ, на которыхъ можно было-бы построить теорію для объясненія дѣйствія различныхъ перегнойныхъ веществъ, напр. «кислаго перегноя», въ высшей степени вреднаго для нашихъ культурныхъ растений. Тѣмъ съ большимъ вниманіемъ остановлюсь я на другомъ пунктѣ, воспользуясь для уясненія его приведенными анализами; онъ имѣетъ важное практическое значеніе, хотя до послѣдняго времени его оставляли почти незамѣченнымъ.

Я хочу указать на содержаніе азота во всѣхъ *естественныхъ* перегнойныхъ веществахъ, какимъ-бы способомъ ни получались они и какъ-бы мы ни называли происшедшіе продукты. *Мульдербъ* правда, принимаетъ, что азотъ всѣхъ естественныхъ перегнойныхъ веществъ находится въ нихъ въ формѣ амміачныхъ солей соотвѣтствующихъ кислотъ. Это воззрѣніе, безъ всякихъ измѣненій, перешло и въ другія сочиненія **), однако, факты, приведенные самымъ

*) Существуютъ такъ-же и другія изслѣдованія этихъ веществъ, изъ которыхъ можно сдѣлать обратный выводъ объ отношеніи гуминовыхъ и ульминовыхъ веществъ. Ср.: Кнопъ: *Kreisl. d. Stoffe*. I, стр. 302.

**) Ср. Лимирихта «*Орган. Химію*», 1862, стр. 599.

Мульдеромъ, дѣлають невозможнымъ подобное предположеніе. Ему не удалось ни разу выдѣлить весь азотъ взятыхъ веществъ въ формѣ амміака, при помощи ѣдкого кали. Гуминовая кислота, полученная изъ гнилаго дерева (обозначена въ анализѣ цифрою VI), содержала 2,8% азота *); кипяченіемъ ея съ ѣдкимъ кали можно уменьшить это содержаніе до 1,8%. Но всякому извѣстно, что помощью кали можно разрушить амміачную соль, что эта щелочь даже представляетъ очень энергическое средство, если не хотятъ одновременно разложить и азотистое органическое вещество. Если мы хотимъ выдѣлить амміакъ изъ смѣси, содержащей, кромѣ него, азотистыя вещества неизвѣстнаго состава, то лучше употребить ѣдкую магнезію, какъ болѣе слабую щелочь, хотя даже и она дѣйствуетъ иногда на нѣкоторые азотистыя органическія соединенія **).

Такимъ образомъ мы приходимъ къ заключенію, что перегнойныя вещества, содержащія азотъ, не представляютъ собою амміачныя соединенія, а суть сами органическія азотистыя тѣла ***), или же содержатъ примѣси подобнаго рода. Дѣйствительно, нѣтъ надобности возвращаться къ извѣстнымъ уже намъ веществамъ, чтобы доказать, что азотъ перегнойныхъ веществъ содержится въ нихъ не въ формѣ амміака или азотной кислоты. Всякого, изслѣдовавшаго многосторонне перегнойную почву или торфъ, должно было поразить огромное количество въ этихъ веществахъ азота, и всякій знаетъ, что присутствіе послѣдняго можетъ быть показано только прокаливаніемъ взятаго вещества съ натровой известью, и что только ничтожныя количества азота обнаруживаются при кипяченіи съ ѣдкимъ кали или же съ магнезіей.

Практическое знакомство съ перегнойными почвами, въ свою очередь, указываетъ намъ на отсутствіе въ нихъ амміачныхъ соединеній: такія почвы, даже если содержатъ нѣсколько процентовъ азота ****), — столько, напр., сколько его содержится въ цѣлой сотнѣ удобреній ко-

*) Ср. Мюльдера: loc. cit. стр. 327.

**) Ср. Брюкке: Chem. Centralbl. 1868, стр. 376.

***) Изъ этого оказывается, какъ должно смотрѣть на воззрѣніе Мюльдера о тождествѣ ульминовыхъ и гуминовыхъ веществъ, полученныхъ искусственно изъ сахара и несодержащихъ азота, съ естественными, всегда содержащими послѣдній.

****) Я самъ изслѣдовалъ перегнойныя почвы, содержащія 2,2% азота, и торфы, еще болѣе богатые въ этомъ отношеніи, но при кипяченіи съ магнезіей отдававшіе только небольшую часть азота въ видѣ амміака. Далѣе изъ анализовъ Грүвена почвъ свекловичниковъ, разбросанныхъ по всей Германіи, оказывается,

стяной мукой, относятся къ растительности вовсе не такъ, какъ почвы, богатая легко усвояемымъ азотомъ. На нихъ не полагается хлѣбъ, онѣ не обнаруживаютъ никакими несомнѣнными признаками большого скопленія азота; напротивъ того, такія почвы, иногда даже очень благодарны за азотистыя удобренія *).

что если весь азотъ различныхъ почвъ отнести къ перегною, то естественный гумусъ почвы содержитъ 3,6% (азота отъ 1,7% до 7,2%), и что поля, независимо отъ такого богатства азотомъ, чрезвычайно благодарны за азотистыя удобренія (ср. третій отчетъ ст. Зальцмюнде. 1868 г., стр. 390 и слѣд.). Объ этомъ-же предметѣ см. у *Мюллера*: *Jahresber f. Agric. Chemie* 1868, стр. 35 и примѣч. на стр. 36.

*) Воззрѣніе *Либиха* на этотъ предметъ заслуживаетъ упоминанія, какъ курьезный фактъ. То обстоятельство, что большая часть почвеннаго азота не можетъ быть обнаружена кипяченіемъ почвы съ ѣдкимъ кали, *Либихъ* объясняетъ не отсутствіемъ амміачныхъ соединений, но онъ думаетъ, что «отношеніе почвы къ воднымъ растворамъ щелочей не даетъ возможности сдѣлать никакого заключенія о природѣ находящихся въ ней азотистыхъ соединений» (Химія въ приложеніи и. т. д. 1862, II, стр. 323). Такимъ образомъ естественно дѣлается возможнымъ доказать (что и составляетъ цѣль *Либиха*), что увеличеніе урожая, при употребленіи нѣкоторыхъ азотныхъ удобреній, не можетъ быть приписано введенію азота въ почву, такъ какъ большое количество *усвояемаго азота* находится во всякой неплодородной почвѣ. Очевидно, что при этомъ совершенно упущена изъ виду возможность приложить ту-же аргументацію и для составныхъ частей золы.

Единственный фактъ, который можетъ до нѣкоторой степени оправдать подобное воззрѣніе, приведенъ на 324 стр. указанного сочиненія; изъ этого факта слѣдуетъ, что не весь азотъ, введенный въ почву въ видѣ амміака, можетъ быть снова доказанъ въ такой-же формѣ. Но я позволю себѣ задать слѣдующій вопросъ: какимъ-же образомъ опредѣляютъ амміакъ, поглощенный почвою, если она «была высушена и пролежала тонкимъ слоемъ 14 дней на воздухѣ»? Развѣ помощью элементарнаго анализа? — но вѣдь онъ совершенно не приложимъ въ данномъ случаѣ. Но даже считая вѣрность самого факта доказанной опытами *В. Майера* (*Ergebn. landw. u. agricult. - chem. Versuche. Munchen. N. I, p. 129*), на которыхъ и опирался *Либихъ*, и я склоняюсь къ его признанію, въ виду изслѣдованій *Брюстлейна* надъ поглощеніемъ амміака (*Annal. de Ch. et Ph. 1859, стр. 157*), причемъ онъ натолкнулся на подобные факты, — тѣмъ не менѣе я не считаю исчезновеніе амміака такимъ явленіемъ, которое могло-бы доказывать присутствіе его въ почвѣ; я не могу признать, что «физическое притяженіе» мѣшаетъ отдѣленію щелочами этого тѣла изъ почвы. Во всякомъ случаѣ, мы можемъ избрать другой путь для объясненія этого явленія; дѣйствительно, всякому непредубѣжденному изслѣдователю кажется вѣроятнымъ, что причина его заключается въ химическомъ измѣненіи амміака. *Брюстлейнъ*, напр., принимаетъ гипотезу о разложеніи амміака кислородомъ (поглощеннымъ пористыми перегнойными веществами), что, конечно, столько-же мало доказано. Понятно,

Итакъ, перегнойныя вещества содержатъ азотъ въ формѣ, очень трудно доступной растеніямъ; въ этомъ отношеніи они подобны бурьмъ и каменнымъ углямъ, прошедшимъ чрезъ такой-же процессъ гумификаціи *). Здѣсь мы наталкиваемся по отношенію къ азоту на тѣ же факты, съ которыми скоро познакомимся, когда будемъ говорить о кали и фосфорной кислотѣ. Рядомъ съ усвояемымъ азотомъ, рядомъ съ растворимыми или легко переходящими въ растворъ амміачными и азотнокислыми соединеніями, мы должны принять, что въ почвѣ существуетъ азотъ въ неудобоусвояемой формѣ; онъ входитъ въ составъ прочныхъ органическихъ веществъ, которыя, при дальнѣйшихъ измѣненіяхъ, и то очень медленно, выдѣляютъ азотъ, въ видѣ доступнаго растеніямъ питательнаго вещества **).

подобный вопросъ требуетъ спеціальнаго изслѣдованія. Къ какому-бы выводу ни привело послѣднее, во всякомъ случаѣ было бы несправедливо возможное считать доказаннымъ и строить на немъ дальнѣйшій анализъ явленія.

Рекомендую приведенное мѣсто изъ книги *Либиха* (стр. 323—326) всякому интересующемуся процессомъ составленія логическихъ заключеній изъ ложнаго основнаго положенія.

Либихъ умозаключаетъ: амміакъ находится въ почвѣ; если онъ не можетъ быть доказанъ, то на это существуетъ какая-то причина, — слѣдовательно, растенія не терпятъ недостатка въ азотѣ; слѣдовательно, дѣйствіе азотистыхъ удобреній должно быть объяснено иначе. Но было бы правильнѣе сбывать такіа умозаключенія: нельзя обнаружить присутствіе амміака въ почвѣ; слѣдовательно, тамъ нѣтъ его; слѣдовательно, необходимо признать пользу доставленія растеніямъ удобренія, содержащаго усвояемый азотъ.

*) Содержаніе въ нихъ азота ясно изъ присутствія амміака въ газовой водѣ.

**) О трудной разлагаемости этихъ азотистыхъ соединеній при условіяхъ, благоприятныхъ этому, можно судить не только по заключенію практиковъ объ индифферентности этихъ веществъ, но также и по сравнительнымъ анализамъ перегнойныхъ веществъ и растительныхъ продуктовъ, изъ которыхъ первыя образовались. Я самъ опредѣлялъ сравнительное содержаніе азота въ корневыхъ остаткахъ и живыхъ частяхъ дерна болотныхъ луговъ, и перегнойной почвѣ послѣднихъ, и нашелъ на 100 ч. органическаго вещества: въ растительныхъ остаткахъ 1,3 % азота, а въ перегной 4,7%; тоже самое слѣдуетъ изъ сравненія прежде приведенныхъ среднихъ цифръ *Грувена* и указаннаго содержанія азота въ различныхъ растительныхъ органахъ. При тѣхъ условіяхъ, которыя существуютъ въ почвѣ, азотистыя растительныя вещества, въ противоположность животнымъ, обыкновенно перегниваютъ гораздо медленнѣе безазотистыхъ; и только такимъ образомъ и можно объяснить накопленіе въ почвѣ азота; впрочемъ можетъ быть при гніеніи растительныхъ протеиновыхъ веществъ образуются характерныя соединенія сопротивляющіяся дальнѣйшему разложенію.

На это явленіе *) земледѣльческая химія обращала мало вниманія, между тѣмъ какъ оно чрезвычайно важно въ практическомъ отношеніи; подробно объ этомъ будетъ говорить въ отдѣлѣ объ удобреніи. Если-бы намъ удалось манипуляціями въ большомъ видѣ сдѣлать азотъ перегнойныхъ веществъ доступнымъ растеніямъ, то мы приобрѣли бы въ огромномъ количествѣ самое дорогое удобрительное средство **) не только въ самой почвѣ, но и въ видѣ мощныхъ торфяниковъ ***).

Изъ этого изложенія ясно, что ближайшія химическія изслѣдованія перегнойныхъ веществъ дали весьма важный выводъ, который, впрочемъ, едва-ли имѣлся въ виду; они доказали присутствіе въ этихъ веществахъ азота.

Кромѣ органическихъ веществъ, оставаемыхъ почвѣ умершими растительными генерациями и опадающими органами живыхъ растеній, намъ нужно еще рассмотретьъ минеральныя составныя части этихъ остатковъ въ ихъ дѣйствіи на плодородіе почвы. Мы уже знаемъ, что гниющая растительная масса всегда содержитъ зольныя вещества и притомъ большею частью тѣя, которыя, послѣ быстраго химическаго разложенія, снова могутъ служить питательными минеральными продуктами; такъ она содержитъ кали, фосфорную кислоту, известь, сѣру и т. д. ****).

На это, быть можетъ, возражать, что всѣ эти вещества и прежде были составными частями почвы, что, слѣдовательно, возвращая ихъ почвѣ,

*) Оно было еще извѣстно *Соссюру*, но онъ объяснял содержаніе азота въ въ перегнойныхъ почвахъ присутствіемъ *гниющихъ тѣлъ* насекомыхъ и т. п.

**) О содержаніи азота торфяниковъ см. *Jahresber. d. Agric. Chemie*. 1864, стр. 7.

***) Съ полной послѣдовательностью *Несслеръ* воспользовался этою мыслью въ интересахъ баденскаго сельскаго-хозяйства, хотя, правда, онъ возбудилъ слишкомъ горячія ожиданія, допуская, что азотъ торфяниковъ можетъ быть сдѣланъ настолько же доступнымъ растеніямъ, какъ и азотъ сырой крупно истолченной ко-стойной муки (ср. *Bad. Landw. Wochenbl.* 1867, стр. 378).

****) Отсюда слѣдуетъ (въ то же время имѣя въ виду, что упомянутое явленіе имѣетъ значеніе также для полей, съ которыхъ постоянно снимаются урожаи), что питательныя минеральныя вещества неспособны къ такому полному пере-мѣщенію въ растительныхъ органахъ, чтобы отмирающія части ихъ совершенно те-рели и онѣ накопились бы исключительно въ остающихся частяхъ, — сѣменахъ и перезимовывающихъ органахъ. Къ такому сильному скопленію не способны даже и кали и фосфорная кислота, — хотя они преимущественно собираются въ тѣхъ органахъ, которые снимаются жатвой или которые не отмираютъ; известь, магнезія и кремневая кислота, какъ уже было сказано, концентрируются преимуще-ственно въ растительныхъ остаткахъ, обогащающихъ почву.

мы не вызываемъ въ ней никакихъ перемѣнъ относительно содержанія минеральныхъ веществъ. Однако, необходимо обратить вниманіе на слѣдующее: различныя минеральныя вещества, собственной дѣятельностью корней растворенныя и переведенныя въ тѣло растенія, послѣ сгниванія растительныхъ остатковъ, находятся въ болѣе растворимомъ состояніи; дѣйствительно, большая растворимость можетъ быть принята для всѣхъ почти зольныхъ веществъ, вводимыхъ такимъ образомъ, по крайней мѣрѣ по сравненію съ трудной измѣняемостью тѣлъ, заключенныхъ въ минералахъ въ неразложенномъ видѣ.

Кромѣ этого вліянія растительности на свойства почвы, которое можно формулировать какъ *переведеніе минеральныхъ веществъ въ болѣе доступную для растений форму*, надо упомянуть еще о другомъ, очень важномъ дѣйствіи ея — *концентраціи минеральныхъ веществъ почвы*. Въ самомъ дѣлѣ, растительные остатки, за исключеніемъ корневыхъ, скопляются на поверхности почвы, тогда какъ зольные элементы почерпались развѣтвленіями корней на самыхъ различныхъ мѣстахъ, вездѣ тамъ, куда только корни могли проникнуть. Такая концентрація *) тѣмъ сильнѣе, чѣмъ на большую глубину достигали корни умершаго растенія и чѣмъ больше они развѣтвлялись; она ничтожна при культурѣ травянистыхъ растеній съ неглубокими корнями; напротивъ, очень велика тамъ, гдѣ растутъ высокія лѣсныя деревья, или же хотя и низкія травы, но съ глубоко идущими, какъ напр. у люцерны, корневыми развѣтвленіями **). Значеніе лѣса въ процессѣ концентраціи питательныхъ веществъ въ верхнихъ слояхъ почвы чрезвычайно важно въ практическомъ отношеніи; имъ можно, между прочимъ, объяснить, почему бесплодная почва становится до нѣкоторой степени плодородной вслѣдствіе лѣсной культуры. Если даже большая часть растительной массы будетъ потреб-

*) Такая концентрація существенно усиливается еще въ высокой степени, свойственной перегнойному слою способностью задерживать минеральныя вещества нѣкоторое время въ нерастворимомъ состояніи. Объ этомъ будетъ говориться въ двухъ слѣдующихъ лекціяхъ.

**) Дѣйствительно, почти всѣ почвы, въ силу такого явленія (и вслѣдствіе поверхностнаго внесенія удобрительныхъ веществъ, представляющаго только подражаніе этому явленію), въ верхнихъ слояхъ своихъ гораздо богаче питательными веществами, растворимыми въ кислотахъ, чѣмъ подпочва, даже въ томъ случаѣ, если они подвергались хищнической культурѣ. См. Несслера: Bericht der II Wanderversamml. bad. Landw. u. t. d. Heidelberg. 1867, стр. 80.

лена въ видѣ дровъ, то все-же на поверхности накопится перегнойный слой отъ опавшихъ листьевъ и т. под.; въ немъ, кромѣ азота и углекислоты, скопленъ цѣлый рядъ минеральныхъ веществъ для будущей растительности. Съ этой точки зрѣнія необходимо смотрѣть на лѣсохлѣбную систему и на возможность при ней періодическихъ сборовъ хлѣба, такъ какъ хлѣбное растеніе беретъ свои зольныя составныя части отъ сожженныхъ пней молодыхъ деревьевъ, слѣд. изъ скопленнаго растительностью въ верхнихъ слояхъ почвы запаса минеральныхъ веществъ.

Таковы вліянія, оказываемыя растительностью на составъ культурной почвы. Кромѣ трехъ разсмотрѣнныхъ моментовъ, растительность является еще *четвертымъ*, чрезвычайно распространеннымъ и важнымъ. *Свойства горной породы, выветриваніе, смываніе и растительные процессы*: — вотъ тѣ четыре естественные момента, взаимодействіемъ которыхъ образуется почва. Культура служитъ пятымъ, еще разнообразнѣе проявляющимъ свое вліяніе. Послѣдній моментъ позднѣе будетъ разсмотрѣнъ нами въ цѣломъ рядѣ лекцій.

Здѣсь же по поводу этого я скажу только слѣдующее: вмѣшательство человѣка, проявляющееся первоначально въ формахъ зарождающейся культуры, существенно ослабляетъ дѣйствіе четвертаго момента; сниманіе извѣстной части произведенной растительной массы, перенесеніе ея въ другое мѣсто, гдѣ она не будетъ доступна будущимъ растеніямъ (оставляя въ сторонѣ измѣненія, претерпѣваемыя этой растительной массой при прохожденіи ея чрезъ животный организмъ), вызываетъ тотъ результатъ, что растительныя вещества не поступаютъ, или, по крайней мѣрѣ, не поступаютъ въ прежней степени совершенства въ почву. Отсюда могутъ быть выведены въ общемъ обыкновенныя правила удобренія; послѣднее служитъ коррективомъ тѣхъ вредныхъ для растеній вліяній, которыя вносятся вмѣшательствомъ человѣка въ экономію природы, въ естественный ходъ ея явленій.

Строго говоря, и почвы, богатые растительными остатками, подвергаются размывающему дѣйствію воды; такимъ образомъ снова начинается раздѣленіе почвенныхъ элементовъ, которые, въ этомъ случаѣ, не представляютъ чисто минеральнаго характера. Но подобныя процессы не играютъ важной роли при образованіи почвъ, почему сказаннымъ можетъ и ограничиться наше изслѣдованіе о происхожденіи почвъ.

ДВАДЦАТЬ ВОСЬМАЯ ЛЕКЦІЯ.

Химическія свойства почвы. — Явленія поглощенія. — Причина ихъ.

Въ первыхъ четырехъ лекціяхъ мы изучили процессы, происшедшіе прежде и теперь еще происходящіе, результатъ которыхъ есть образованіе почвы. Мы видѣли, что факторы, играющіе при этомъ роль, чрезвычайно различны.

Уже *первоначальный составъ горныхъ породъ*, къ которому могутъ быть приведены прямо или не прямо минеральныя вещества всѣхъ почвъ, въ разныхъ мѣстахъ довольно различенъ, вследствие чего и *процессъ выветриванія*, несмотря на довольно равномерное распространеніе атмосферныхъ дѣятелей выветриванія (по крайней мѣрѣ въ одинаковыхъ поясахъ) развивается не одинаково.

Но самое значительное вліяніе на специфическія свойства почвы оказываетъ *неравномерное смываніе и отложеніе отдѣльныхъ ея составныхъ частей*, зависящее отъ неодинаковаго свойства поверхности земли, т. е. отъ наклоненія почвы въ разныхъ мѣстахъ, а когда образовались столь глубокія различія въ свойствахъ почвъ, то присоединяется еще *растительность*, все болѣе и болѣе усиливающая различіе, такъ какъ растительный покровъ неохотно занимаетъ сами по себѣ неплодныя поверхности.

Различіе относительно вегетаціонныхъ условій, фактически существующее часто на близкихъ другъ другу поверхностяхъ, такимъ образомъ намъ понятно. Но намъ необходимо съ болѣею подробностью разсмотрѣть эти условія, чтобы вполне понять какъ отношеніе почвы къ растительности, такъ и отдѣльныя хозяйственныя мѣропріятія, направляемыя къ измѣненію указанныхъ условій.

Вегетаціонныя условія, представляемыя составомъ и свойствами почвы, столь разнообразны, что для яснаго обзора необходимо надлежащее раздѣленіе предмета. Прежде всего необходимо отличать почву какъ *питательницу растенія и какъ опору и посредницу цѣлаго ряда физическихъ отношеній*, имѣющихъ цѣну для растительности, или, иначе, нужно отличать въ почвѣ *резервуаръ и аппаратъ*. Частыя неудачи, напр. водныхъ культуръ, о которыхъ мы говорили прежде, можно приписать отсутствію почвы, какъ аппарата, такъ

какъ для питанія растенія при этомъ было сдѣлано все, и только тогда, когда удалось косвеннымъ путемъ безъ почвы создать также необходимыя физическія условія, можно было довести растенія до роскошнаго, если, можетъ быть, и не вполне нормальнаго развитія. Этого простаго примѣра совершенно достаточно для того, чтобы показать различіе между двумя родами функцій почвы. Если теперь обратиться къ разсмотрѣнію почвы, какъ *питательницы* растеній, то совершенно ясно, что свойства ея въ этомъ отношеніи должны быть даны ея химическимъ составомъ; но если мы вспомнимъ о законахъ принятія веществъ, разобранныхъ нами подробно, а также о цѣломъ рядѣ фактовъ, съ которыми мы познакомились при изученіи происхожденія почвы, то увидимъ необходимость прибавить, что только что указанныя свойства почвы опредѣляются не просто составомъ, какъ его показываетъ обыкновенный анализъ, но естественно, также ближайшею группировкою отдѣльныхъ веществъ, химическою формою составныхъ частей.

Мы можемъ, конечно, сказать, что почва, въ которой химическій анализъ не показываетъ и слѣдовъ кали, или магnezіи, или фосфорной кислоты, будетъ абсолютно бесплодна, такъ какъ всѣ культурныя растенія требуютъ этихъ веществъ для своего существованія, но обратное заключеніе, по которому почва, содержащая, въ достаточномъ количествѣ, всѣ питательныя вещества (и въ которой нельзя доказать вредныхъ для растительности веществъ, а также неблагопріятныхъ физическихъ условій), безъ дальнѣйшихъ разсужденій, должна считаться плодородной, — нельзя допустить къ этой общей формѣ. Не всѣ питательныя вещества, встрѣчающіяся въ почвѣ, растворимы въ водѣ, напротивъ, многія изъ нихъ представляютъ составныя части еще не вывѣтренныхъ и весьма трудно растворимыхъ минераловъ, растворяющая же сила корня слишкомъ слаба для того, чтобы подѣйствовать на всѣ эти минералы, къ тому же и развѣтвленіе корней слишкомъ несовершенно для того, чтобы придти въ соприкосновеніе съ достаточно большимъ количествомъ кусочковъ минераловъ.

Такимъ образомъ обыкновенный анализъ почвы можетъ давать только нѣкоторыя указанія и никакъ не можетъ служить *точной мѣрой* *) производительности почвы, да и нѣкоторыя указанія можетъ

*) Что богатство почвы отдѣльными питательными веществами, какъ напр. фосфорной кислотой, можетъ служить масштабомъ для бонитировки (ср. Anal,

давать только тѣмъ, которые обладаютъ знаніемъ средняго состава другихъ почвъ.

Весьма легко представить, что въ то время, когда только что узнали главныя основанія питанія растений, но еще не имѣли яснаго понятія о процессахъ въ почвѣ и объ отношеніяхъ между корнемъ и почвой, поспѣшно производили анализы за анализами *) въ надеждѣ отыскать, такимъ образомъ, точныя основы **) не только для таксаціи и бонитировки почвы, которая, какъ извѣстно, дѣлается еще чисто эмпирически, но и для раціональнаго навознаго хозяйства.—Но какъ велико было розочарованіе! — совершенно безплодная слюдяно-сланцевая почва давала 3% кали, несравненный по плодородію нильскій илъ только $\frac{1}{2}\%$, и, не смотря на это, первая весьма благодарна за калиевое удобреніе, тогда какъ увеличеніе урожая въ послѣдняго при помощи удобрения почти немыслимо. Мы знаемъ, отчего стремленія такого рода должны были испытать горькое розочарованіе, и, въ избранномъ примѣрѣ, ищемъ причину этого розочарованія въ нерастворимой формѣ, въ которой находится кали въ слюдѣ слюдянаго сланца; и дѣйствительно, дѣло такъ просто, что въ самомъ дѣлѣ, основаніе неудачи скоро было сознано. Далѣе, при анализахъ стали отличать легко растворимыя вещества отъ трудно растворимыхъ, слѣдовательно легко доступныя для растенія вещества отъ тѣхъ, которыя растеніями не могутъ быть приняты.—Стали изслѣдовать растворы, циркулирующіе въ почвѣ, исходя изъ мысли, что только растворы эти могутъ содержать вещества, доступныя для растеній, но и это не привело къ цѣли, такъ какъ нѣкоторые минеральныя вещества, которыя въ большемъ

d. Chem. u. Pharm. Suppl. VI, стр. 332, и Jahresb. f. Agr. Chem. 1866, стр. 44) должно считаться рѣдкимъ исключеніемъ.

*) Изслѣдованія почвы производились уже гораздо раньше того времени, когда сдѣлалось возможнымъ говорить о питательныхъ веществахъ растений, какъ о совершенно опредѣленныхъ химическихъ веществахъ, по той простой причинѣ, что связь между извѣстными свойствами почвы и ея производительностью была слишкомъ очевидна и не могла ускользнуть также и отъ эмпирика. Однако только позже, когда почти вполне объяснилось, въ какихъ питательныхъ веществахъ нуждаются высшія растенія, могла быть рѣчь объ опредѣленной надеждѣ изъ состава почвы непосредственно вывести, при помощи простаго вычисленія, ея способность производить растенія.

**) Дэви былъ первый, питавшій такую опредѣленную надежду (ср. его Elem. d. Agrik. Chem. 1814, стр. 3), но тогда съ полнымъ правомъ.

количествѣ были ассимилированы растеніемъ, вовсе нельзя было доказать въ почвенномъ растворѣ и т. д. *).

Только позже, когда сдѣлалось ясно, что почвенный растворъ не представляетъ ничто неподвижное, что, напротивъ, онъ находится въ постоянномъ взаимодействіи съ нерастворимыми частями почвы, что, смотря по увеличенію или уменьшенію воды въ почвѣ, нерастворимыя до тѣхъ поръ части переходятъ въ растворъ или снова изъ него выдѣляются, — только тогда, когда далѣе узнали, что не извлекаемая водою почвенная составная часть не недоступна, поэтому, вполне для корней растений, что, напротивъ, эти послѣдніе собственно дѣятельностью переводятъ вещества въ растворъ, только тогда перестали надѣяться опредѣлять непосредственную способность къ питанію почвы при помощи такихъ простыхъ средствъ.

Но экспериментировали дальше. Для опредѣленія богатства почвы доступными для питанія растений веществами, предприняли обработку ихъ сильнѣе дѣйствующими растворителями, слабыми и концентрированными кислотами, соляными растворами и т. д., въ надеждѣ, посредствомъ пробъ, выискать растворяющее средство, которое сдѣлало-бы тоже, что здоровый корень растенія **). Если уже можно было сказать а priori, что на поставленный такимъ образомъ вопросъ нельзя дать отвѣта въ общей формѣ, такъ какъ каждому растительному виду и даже каждой отдѣльной особи присущи въ этомъ отношеніи своеобразныя силы, то и надежда составить себѣ такимъ образомъ приблизительное понятіе о веществахъ, доступныхъ растенію въ почвѣ съ средней растворяющей силой, можно разсматривать поколебленной. — Ничто, можетъ быть, не показываетъ такъ хорошо, какъ мало можно ожидать въ упомянутомъ направленіи отъ почвеннаго анализа, какъ то, что, въ настоящее время, со стороны наиболѣе

*) Это относится напр., къ фосфорной кислотѣ, которую во многихъ почвенныхъ растворахъ или вовсе нельзя доказать, или можно доказать только слѣды ея. Ср. также замѣчанія Петерса въ Preuss. Annal. d. Landw. Monatsbl. 1870, стр. 29.

**) Въ началѣ этихъ стремленій (и даже позже), впрочемъ, упустили изъ виду одинъ фактъ, самъ собою вытекающій изъ закона принятія веществъ, что необходимо гораздо больше въ единицу времени питательныхъ веществъ, чѣмъ сколько дѣйствительно принимается корнемъ, и что отношеніе между обѣими величинами, которое, для того чтобы сдѣлать приведенныя заключенія, должно быть извѣстно, непостоянно для всѣхъ растений, но зависитъ отъ специфическихъ особенностей корневой системы.

почтенныхъ химиковъ *) сдѣлано предложеніе, считать мѣрою доступнаго для растений *принятое известными растениями*, т. е. вмѣсто теоретической дедукціи поставить чисто эмпирическій способъ, — и слѣдовательно признать полнѣйшее банкротство теорій. И дѣйствительно, оно такъ и есть. — Стремленія развивать почвенный анализъ въ первоначальномъ направленіи, сдѣлать его масштабомъ существующаго плодородія, встрѣчаются все рѣже и рѣже **). Почти каждый теперь того мнѣнія ***), что процессы въ почвѣ и питанія растений слишкомъ сложны, чтобы питать еще прежнія надежды. — Въ настоящее время химическій анализъ почвы служитъ еще для рѣшенія второстепенныхъ вопросовъ. Во многихъ случаяхъ онъ показываетъ напр., что въ будущемъ можно ожидать отъ почвы, отыскиваетъ причины наблюдаемой абсолютной бесплодности, и, такимъ образомъ, взятый вмѣстѣ съ известными практическими данными, съ механическимъ анализомъ и т. д., можетъ быть важенъ ****), но ни въ какомъ случаѣ нельзя его считать прямымъ масштабомъ плодородія. Гораздо больше даже можно заключить о плодородіи почвы по внѣшнему виду, чѣмъ по однимъ цифрамъ анализа. И вотъ почему теперь при почвенномъ анализѣ вообще не употребляютъ слабыхъ кислотъ, которыя по растворяющей силѣ своей должны быть равны пріемлющей способности корня, но концентрированныя, растворяющія все, имѣющее какое-нибудь значеніе для корня, и именно отъ того, что оставляютъ въ сторонѣ тѣ прямыя заключенія, которыя дѣлать считали прежде въ правѣ.

Исторія развитія *****) почвеннаго анализа и нашихъ взглядовъ на его примѣнимость показываетъ съ совершенною ясностью, что химическій составъ почвы, какъ это впрочемъ иначе и быть не можетъ, представляетъ одинъ изъ элементовъ питающихъ свойствъ

*) Ср. напр. предложеніе Гелльригеля: Landw. Versuchst. 1869, стр. 140.

**) Изъ всѣхъ химиковъ, на собраніи въ Галле, въ 1869 г., только одинъ Бирнеръ защищалъ эту точку зрѣнія (ср. Landw. Centralblat. 1869 II, стр. 249).

***) Новѣйшіе взгляды Либиха на почвенный анализъ согласуются съ принятымъ здѣсь вполнѣ (ср. Die Chem. in ihrer Anw. 1862 г. II, стр. 231 и 232).

****) Такъ напр., если анализъ показываетъ много кали, появленіе-же известныхъ сорныхъ травъ, а также неудачи нѣкоторыхъ культуръ указываютъ на недостатокъ удобопріемлемаго кали, очевидно прибѣгнуть къ мѣрамъ для переведенія кали въ растворъ, тогда какъ безъ анализа прибѣгнули бы къ калиевому удобренію. — Вообще нельзя пренебрегать анализомъ, если только обращать вниманіе и на другія обстоятельства.

*****) Ср. также Мульдеръ: Chemie d. Ackerkrume III, стр. 353 и слѣд.

почвы, но онъ исчезаетъ передъ другими элементами, между которыми главный есть химическая группировка веществъ *).

Къ разсмотрѣнію этого послѣдняго предмета мы теперь и приступаемъ. Впрочемъ обработка его не возможна прежде чѣмъ мы не рассмотримъ одно очень замѣчательное, на первый взглядъ, свойство всѣхъ плодородныхъ почвъ, именно, такъ называемое *поглощеніе почвы*. Это свойство, въ короткихъ словахъ, состоитъ въ томъ, что почва осаждаетъ въ себѣ весьма различныя растворенныя вещества, преимущественно неорганической природы и, между ними, цѣлый рядъ питательныхъ веществъ, задерживаетъ ихъ такимъ образомъ, что профильтрованный растворъ выходитъ изъ почвы обѣднѣвшимъ этими веществами. Это свойство, къ изученію причинъ котораго мы тотчасъ приступимъ, находится въ такой тѣсной связи съ ассимиляціею корня, при реальныхъ условіяхъ питанія растений, что о ясномъ представленіи себѣ этого питанія и рѣчи быть не могло прежде чѣмъ не завладѣли знаніемъ относящихся сюда фактовъ. Первый показавшій **) ***) существованіе этого свойства почвы и вполне сознававшій, какъ кажется, все значеніе его, былъ извѣстный энологъ и винодѣль, аптекарь Броннеръ, въ Вислохѣ, близъ Гейдельберга. Вотъ его слова, которыя и въ настоящее время выражаютъ сущность дѣла ****).

«Наполните бутылку, на днѣ которой сдѣлана маленькая дырочка, тонкимъ рѣчнымъ пескомъ или полусухой просѣянной садовой землей. Въ эту бутылку лейте постепенно густую и совершенно вонючую навозную жижу до тѣхъ поръ, пока она не проникнетъ всю массу. Жидкость, вытекающая изъ нижняго отверстія, будетъ почти безъ запаха и безцвѣтна и потеряетъ всѣ свойства жижи.»

За тѣмъ далѣе:

«Эти немногіе примѣры достаточно доказываютъ, какими способностями обладаютъ земли, даже песокъ и песчаники, для из-

*) Относительно принятыхъ въ настоящее время способовъ химическаго анализа почвы, ср. Э. Вольфъ. *Anleitung zur chemischen Untersuchung* и т. д., 1867 г., стр. 7—49.

**) Ср. Броннеръ, *der Weinbau in Süddeutschland, Heidelberg*, 1836, стр. 44.

***). Въ отношеніи къ открытію поглощенія почвы, впрочемъ, пошли еще дальше, и именно приписывали его Аристотелю. Однако Фогель, при помощи одного знатока Аристотеля, показалъ, что мѣсто этого писателя, на которомъ основывались приписывающіе открытіе Аристотелю, недостаточно ясно.

****) Фр. Моръ первый обратилъ вниманіе на открытіе Броннера послѣ того, какъ оно приписывалось другимъ, ср. *Annalen d. Chem. und Pharm.* Т. 127, стр. 127.

влеченія и полнаго принятія въ себя экстрактивныхъ частей, не уступая ихъ вновь вытекающей водѣ; даже растворимыя соли принимаются и только ничтожная часть ихъ вымывается стекающей водой».

И наконецъ:

«я думаю такимъ образомъ, что указанными фактами достаточно доказалъ, что дѣйствіе удобренія не распространяется такъ далеко, какъ нѣкоторые думаютъ, но что оно ограничивается слоемъ, лежащимъ ближе къ поверхности, чѣмъ къ подпочвѣ».

Хотя Броннеръ произвелъ много опытовъ, по открытій имъ и оцѣненный имъ, въ отношеніи къ теоріи питанія растений и удобренію, процессъ онъ не изслѣдовалъ относительно его причинъ, но удовольствовался, какъ практическій человѣкъ, яснымъ указаніемъ на него.

Открытие Броннера было сообщено только въ названномъ маленькомъ сочиненіи, имѣвшемъ довольно мѣстное значеніе, а потому не возбудило особеннаго вниманія и для научнаго міра было совершенно сокрыто въ то время, когда то же открытіе было снова сдѣлано въ Англіи.—Гукстабль и Томпсонъ, десять лѣтъ спустя, сдѣлали подобное-же наблюденіе, какъ и Броннеръ и опубликовали его. Первый также наблюдалъ только измѣненіе навозной жижи, фильтрованной черезъ садовую землю, послѣдній-же сдѣлалъ шагъ впередъ, показавъ, кромѣ того, существованіе поглощенія для химически точно опредѣленныхъ и важныхъ питательныхъ веществъ, и именно для свободнаго амміака и амміачныхъ солей *).

Первый, обработавшій теоретически явленіе поглощенія, былъ (вскорѣ послѣ открытія его въ Англіи) Вай.

Этотъ ученый произвелъ не только очень много опытовъ **) съ растворами весьма различныхъ веществъ, но и въ сильной степени содѣйствовалъ разъясненію этого замѣчательнаго явленія.

Вай испытывалъ множество почвъ относительно ихъ поглотительной способности и также различныя питательныя вещества растений и подобныя минеральныя соли относительно ихъ поглощаемости. Онъ показалъ, что кали и амміакъ поглощаются почвами такимъ образомъ, что если ихъ употреблять въ видѣ соляныхъ растворовъ, стекающая жидкость теряетъ часть своего кали и амміака, но что азотная кислота, сѣрная, соляная кислота, съ которыми были соединены основанія, въ ней снова находятся въ неизмѣненномъ количе-

*) *Ср. Journ. of the Agric. Soc.* 1856 г. Т. XI, стр. 68.

**) *Ср. тамъ же* Т. XI, стр. 313; т. XV, стр. 491.

ствѣ, только вмѣсто кали или амміака, частью соединенными съ другимъ основаніемъ, преимущественно известью. Мы имѣемъ дѣло, слѣдовательно, въ этомъ случаѣ, съ настоящимъ химическимъ обмѣномъ двухъ основаній; одно входитъ въ составъ почвы и вмѣсто него выступаетъ другое. Весьма важно прибавить здѣсь, что количество основанія, отданнаго раствору, вмѣсто поглощеннаго, какъ это вполне ясно показали позднѣйшія изслѣдованія, значительно больше того количества, которое можетъ быть получено уже однимъ вымываніемъ соотвѣтствующимъ количествомъ воды.

Опыты Вая показали дальше, что также и свободные кали и амміакъ, приведенные, въ видѣ растворовъ, въ соприкосновеніе съ почвою, поглощаются, что также поглощается и фосфорная кислота, и что для солей, которыхъ основанія и кислоты поглощаются одновременно, какъ напр. для фосфорнокислаго кали и амміака, также, понятно, и въ стекающихъ жидкостяхъ нельзя наблюдать двойнаго разложенія. Вай доказалъ также поглощеніе и для натровыхъ, магnezіальныхъ и известковыхъ солей.

Мы не будемъ входить въ подробности этихъ опытовъ, такъ какъ они значительно уступаютъ [полнотой] позднѣйшимъ опытамъ. Но объяснительные опыты Вая важны; они породили споръ, имѣющій большое значеніе для нашихъ представленій о сущности всѣхъ явленій поглощенія. Вай разсматривалъ процессъ поглощенія какъ химическую реакцію между почвою и растворомъ, и задалъ себѣ вопросъ, какія химическія составныя части почвы представляютъ собою причину этихъ реакцій.—Онъ предпринималъ опыты надъ поглощеніемъ искусственно приготовленныхъ химическихъ соединений, присутствіе которыхъ въ почвѣ, съ нѣкоторою вѣроятностью, можно было предполагать, и въ результатѣ оказалось, что легко приготовить цѣлый рядъ водныхъ двойныхъ силикатовъ, состоящихъ, съ одной стороны, изъ кремнекислаго глинозема и, съ другой стороны, изъ кремнекислаго соединенія основаній, поглощаемыхъ, какъ это было доказано, почвою, а также оказалось, что эти двойные силикаты имѣютъ способность обмѣнивать основанія, если приходятъ въ соприкосновеніе съ солянымъ растворомъ какого-нибудь другаго основанія. Явленія поглощенія были приравнены къ образованію такихъ соединений и ихъ химическому превращенію, слѣдов. объяснены *въ смыслъ чисто химическихъ процессовъ*. Различная сила поглощенія отдѣльныхъ основаній была объяснена, какъ слѣдствіе различной величины притяженія остатка двойныхъ силикатовъ къ разнымъ основа-

ніямъ и даже установленъ рядъ по сродству основаній, въ отношеніи къ которому впрочемъ обнаружилось значительное колебаніе *) во мнѣніи экспериментатора.

Здѣсь умѣстно указать на то обстоятельство, что позднѣйшія чрезвычайно обширныя работы по поглощенію, послѣ многихъ заблужденій, привели опять къ сущности объясненія Вая, хотя часто принимались и другія реакціи, чѣмъ тѣ, которыя принималъ Вай для объясненія того или другаго явленія поглощенія. Нельзя умолчать о томъ, напр., что объясненія Вая оставляютъ безъ вниманія поглощеніе фосфорной кислоты.

Дальнѣйшій историческій ходъ относящихся сюда открытій и теорій слѣдующій:

Либихъ былъ первый въ Германіи, оцѣнившій важность работъ Вая для теоріи почвеннаго питанія растений и удобренія. Онъ предпринялъ обширное изслѣдованіе, въ которомъ результаты Вая были испытаны, подтверждены и расширены во многихъ направленіяхъ; особенно въ отношеніи къ поглощенію фосфорной кислоты и кремнекислаго кали были имъ произведены обширныя опыты. Между прочимъ, Либихъ показалъ, что примѣсь углекислой извести къ нѣкоторымъ почвамъ, безъ того уже сильно поглощающимъ кали, увеличиваетъ поглощеніе кремнезема изъ кремнекислаго кали; что очень богатая перегноемъ земли задерживаютъ только кали, но не кремнеземъ; что, наконецъ, гидратъ глинозема поглощаетъ громадныя количества калиеваго жидкаго стекла; словомъ, Либихъ съ большою ясностью установилъ цѣлый рядъ новыхъ явленій поглощенія, въ которыхъ совершенно ясно выраженъ характеръ химической реакціи и ея сущность. Однако Либихъ не принимаетъ **) объясненій Вая и указываетъ на результаты собственныхъ опытовъ, которые, какъ кажется, показываютъ, что различный составъ почвъ, служившихъ для его опытовъ, не имѣетъ особеннаго вліянія на поглощеніе кали, что послѣднее не идетъ параллельно съ содержаніемъ глины этихъ почвъ, хотя, принимая объясненіе Вая, это должно бы было имѣть мѣсто, и склоняется ***) , по

*) Ср. замѣчанія Гейдена объ этомъ предметѣ (Düngerlehre, т. I, стр. 269.

**) Еще прежде Либихъ съ презрѣніемъ отнесся къ объясненію Вая, не признавая еще тогда значенія его выводовъ (ср. Либиха, Annalen d. Chemie und Pharm. Т. 84, стр. 373). Это именно та статья, которая заключается извѣстными словами: «подобными агрономико-химическими опытами, конечно, нельзя принести пользы сельскому хозяйству».

***) Я говорю *склоняется* къ физическому воззрѣнію, потому что Либихъ, въ отношеніи къ своимъ заключеніямъ, остороженъ и можетъ быть нѣсколько нерѣ-

крайней-мѣрѣ отчасти, къ физическому взгляду на весь процессъ поглощенія.

Важныя заключенія, выведенныя Либихомъ изъ собственныхъ опытовъ съ поглощеніемъ и опытовъ Вая, относительно питанія растеній въ почвѣ, которыя позднѣе были причиной длиннаго спора, я пока прохожу молчаніемъ и, для простоты изложенія, предпочитаю сначала рѣшить вопросъ о сущности явленій поглощенія, въ отношеніи которой высказался такъ ясно Вай, на сколько это возможно, при помощи другихъ имѣющихся изслѣдованій.

Либихъ и въ отношеніи къ поглощенію почвы возбудилъ сильный интересъ. Никто не понималъ такъ хорошо все значеніе экспериментально обработанныхъ имъ явленій, и вотъ почему онъ могъ говорить такимъ привлекательнымъ, чарующимъ языкомъ, который характеризуетъ всѣ его сочиненія. Лица, уже въ 58 г. занимавшіяся хозяйственно-естественно-научными вопросами, рассказывали мнѣ о глубокомъ впечатлѣніи, произведенномъ на нихъ статьею Либиха о поглощеніи почвы. И это, можно сказать, «нравственное» значеніе Либиха нельзя отрицать, какъ въ этомъ, такъ и во многихъ случаяхъ, хотя строгой критикѣ все болѣе и болѣе удавалось доказывать несостоятельность самой сути произведеній Либиха.

Такимъ-то образомъ произошло, что плодотворныя изслѣдованія *) поставленныхъ вопросовъ въ Германіи были вызваны именно указанною статьею Либиха.—И вотъ всѣ бросаются съ одушевленіемъ на

читателѣнъ. Вслѣдствіе недоразумѣній, вкравшихся здѣсь, совершенно необходимо обратить на это вниманіе. Ср. loc. cit. стр. 111, гдѣ идетъ рѣчь объ объясненіи Вая: «этотъ послѣдній взглядъ, по которому описанное дѣйствіе почвъ основывается на чисто химической причинѣ и ею объясняется, не имѣетъ, какъ я думаю, никакого общаго значенія, такъ какъ чистый гидратъ глинозема обладаетъ въ болѣе высокой степени, нежели почва, способностью поглощать углекислое кали и амміакъ».

Далѣе, на стр. 120 тамъ-же: «Химическіе процессы совершенно ясны въ отношеніи калиевыхъ солей къ почвамъ и въ ихъ превращеніи въ известковыя и магнезіальныя соединенія». Напротивъ, на стр. 134 тамъ-же: «Въ почвѣ эти вещества находятся въ подобномъ-же состояніи, какъ напр. красящія вещества въ углѣ или іодъ въ іодистомъ крахмалѣ и т. д.». Въ послѣдней выпискѣ совершенно отрицается химизмъ и почвамъ приписываются специфическія способности, вполне независимыя отъ ихъ состава.

*) Только одна работа о поглощеніи принадлежитъ времени между опубликованіемъ работъ Вая и Либиха, именно Фолькера (въ извлеченіи въ Wilda Centralbl. 1858, стр. 1).

новый предметъ, отъ котораго ожидали свѣта въ темной, до того времени, области, и десятилѣтіе, послѣ появленія Либиховской статьи, давшей толчокъ, чрезвычайно богато обстоятельными и обширными работами по поглощенію. Нашей цѣли не соответствуетъ подробное изложеніе и оцѣнка всѣхъ этихъ работъ, и мы ограничимся только результатами опытовъ, въ общихъ чертахъ *), на сколько намъ это необходимо для отысканія причины явленія поглощенія.

Уже Фелькеръ, который незадолго до Либиха опубликовалъ и слѣдованія о поглощеніи, снова обратилъ вниманіе на химическую природу этого явленія. Онъ доказалъ **), что тяжелыя, глинистыя почвы показываютъ болѣе сильное поглощеніе, чѣмъ легкія, песчаныя, и совершенно соглашается съ Ваємъ, приписывающимъ поглощеніе не собственно глинь, но нѣкоторымъ соединеніямъ, характерная составная часть которыхъ глиноземъ; онъ весьма далекъ отъ того, чтобы приписывать почвѣ, какъ цѣлому, все равно изъ какихъ бы частей она ни состояла, подобное свойство.

Совсѣмъ иначе въ Германіи. Здѣсь великимъ авторитетомъ была высказана мысль о физическомъ поглощеніи ***), слѣдовательно достаточно основанія для того, чтобы цѣлый рядъ послѣдующихъ экспериментаторовъ старался поставить эту мысль внѣ всякаго сомнѣнія. Мы скоро займемся анализомъ связаннаго съ этою мыслью представленія, и увидимъ, на сколько данныя опыта допускаютъ его.

Геннебергъ и Стоманъ, работа ****) которыхъ о поглощеніи, во многихъ отношеніяхъ, доставила очень важные факты, думаютъ, между прочимъ, что для объясненія явленій поглощенія не вездѣ достаточны химическія разложенія. Брюстлейнъ, изслѣдованія *****) котораго также познакомили насъ съ новыми данными, приходитъ къ

*) Я тѣмъ охотнѣе выпускаю обстоятельное критическое изложеніе относящихся сюда работъ, что Гейденъ въ своемъ «Ученіи объ удобреніи» сдѣлалъ подробное описаніе ихъ и, по моему мнѣнію, доказалъ, что эта подробность не выгодна для учебной цѣли. Эту-то учебную цѣль я всегда, главнымъ образомъ, имѣлъ въ виду и потому считаю лучшимъ воздержаться отъ опубликованія матеріала, за много лѣтъ собраннаго мною и критически разработаннаго.

**) Ср. loc. cit. стр. 8.

***) Либихъ впрочемъ, на сколько мнѣ извѣстно, не употреблялъ еще этого выраженія.

****) Ср. Chem. Centralbl. 1858 г. стр. 738 и Journal für Landwirthsch 1859 г., стр. 25.

*****) Ср. Annal. de Chemie et de Physique, 1859 г., стр. 157.

слѣдующимъ выводамъ: поглощеніе почвою амміака зависитъ почти исключительно отъ физическаго свойства минеральныхъ и органическихъ веществъ, составляющихъ почву. Но самымъ рѣшительнымъ образомъ защищаетъ это воззрѣніе Петерсъ, на основаніи весьма почтенной работы *). Онъ именно высказывается такимъ образомъ **): поглощеніе обуславливается поверхностнымъ притяженіемъ производимымъ частицами земли. Для поглощенія основаній изъ солей необходимъ химическій обмѣнъ съ остальными частями почвы, который дѣлается возможнымъ вслѣдствіе содѣйствія большаго притяженія (предрасполагающаго), производимаго почвою на основаніи. Какъ увидимъ, это результатъ, не имѣющій прочныхъ основаній въ экспериментальныхъ данныхъ работы.

Подобнымъ-же образомъ повторяются заключенія, вытекающія изъ позднѣе произведенныхъ работъ ***). Раутенбергъ ****) опять придаетъ нѣсколько болѣе значенія химизму въ этомъ явленіи, но и онъ также говоритъ о «механическихъ вліяніяхъ». Нѣчто совершенно подобное можетъ быть примѣнено и къ Гейдену †), который, не смотря на то, что опыты его отлично говорятъ въ пользу преимущественно химическихъ реакцій, высказывается въ значительной степени за механическое воззрѣніе на ряду съ химическимъ. Саксъ, въ учебникѣ своемъ ††), вполне принимаетъ механическое поглощеніе и также Кнопъ, тщательно собравшій и, вмѣстѣ со своими учениками, значительно увеличившій примѣры химическаго связыванія (въ его учебникѣ Земледѣльческой Химіи), закрываетъ отъ нихъ нѣкоторымъ образомъ глаза †††) и полонъ хвалы Либиховскимъ выводамъ ††††).

Изъ всѣхъ названныхъ нѣмецкихъ ученыхъ (съ однимъ только исключеніемъ) нѣтъ ни одного, который бы не толковалъ о механическомъ и физическомъ поглощеніи и не принималъ-бы его съ

*) Ср. Landwirthsch. Versuchst. 1860 стр. 113.

**) Тамъ же, стр. 151.

***) Обзоръ работъ о поглощеніи находится у Бидермана Landwirthsch. Versuchstation. 1869 г., стр. 1—13.

****) Chemisch. Centralbl. 1863 г., стр. 97 и 129.

†) Ср. Chemisch. Centralbl. 1865 г., стр. 729; 1866, стр. 1095; его Dün-gerlehre. I, стр. 290.

††) Ср. особенно стр. 182.

†††) Ср. Kreil. d. Stoffe I, стр. 509.

††††) Тамъ же, стр. 495.

большимъ или меньшимъ числомъ ограниченій. Но это намъ не мѣшаетъ нѣсколько ближе войти въ разсмотрѣніе того, что понимаютъ подъ словомъ «механическое» и «физическое» поглощеніе, а также изслѣдовать, на сколько оправдывается принятіе такого процесса. Мы будемъ имѣть въ виду представленіе Либиха, впервые сравнивашаго процессъ поглощенія съ фиксированіемъ углемъ красящихъ веществъ. И позже также часто ссылались на свойство угля сгущать въ себѣ амміакъ, осаждаютъ соли и красящіе вещества (какъ напр. костяной уголь въ сахарномъ производствѣ и т. д.). Свойства такого угля, кажется, носились передъ глазами всѣхъ экспериментаторовъ въ болѣе или менѣе опредѣленныхъ образахъ, такъ какъ никто не высказывалъ, что въ механическомъ поглощеніи открытъ новый родъ физическаго процесса, но всякій видѣлъ передъ собою давно знакомый процессъ, происходящій только на новомъ субстратѣ.

При нѣсколько внимательномъ взглядѣ легко замѣтить, что подъ, такъ называемымъ, поглощеніемъ угля подразумѣвается цѣлый рядъ весьма различныхъ процессовъ, однородность которыхъ принять преждевременно. — Необходимо строго отличать дѣйствіе, производимое углемъ самимъ по себѣ, и дѣйствіе угля, пропитаннаго какими-бы-то ни было солями.

Всѣмъ извѣстенъ фактъ, что пористый уголь, если онъ совершенно бѣденъ посторонними веществами, можетъ *сгущать въ себѣ значительныя массы газовъ*. Теоретически можно предвидѣть, что непостоянные газы легче всего должны быть способны съ сгущенію, и амміачный газъ *), напр., сгущается особенно сильно въ порахъ угля. Это свойство угля раздѣляетъ еще множество сухихъ твердыхъ веществъ **) (слѣд. при обстоятельствахъ, при которыхъ возможность поглощенія водою совершенно исключена), и оно можетъ быть разсматриваемо, какъ физическій процессъ, такъ какъ есть много веществъ весьма простаго состава, характеръ которыхъ не позво-

*) По Соссюру 1 об. самшитнаго угля поглощаетъ при 11—13°Ц. и 724 м. м. давленія (Ср. Кнопа, *Kreisl. d. Stoffe* II. стр. 13).

90 об.	NH ₃	40 об.	N ₂ O	9, 2 об.	O
85 „	HCl	35 „	CO ₂	7, 5 „	N
65 „	SO ₂	35 „	C ₂ H ₄	1, 75 „	H
55 „	H ₂ S	9, 4 „	CO		

**) Эйхгорнъ: *Jahresb. f. Agriculturechem.* 1860—61 стр. 27 и слѣд; Блюмтригъ и Рейхардъ. Тамъ же, 1866, стр. 24.

ляетъ думать о химическихъ дѣйствіяхъ при подобныхъ явленіяхъ сгущенія. — Процессы эти, очевидно, не могутъ играть роли при поглощеніи почвой, происходящей изъ водныхъ растворовъ, и для объясненія поглощенія вовсе не годится прибѣгать къ нимъ безъ дальнѣйшихъ разсужденій. Отъ этого дѣйствія угля необходимо отличать *фиксированіе красящихъ веществъ изъ капельно-жидкихъ растворовъ*. Это дѣйствіе обнаруживаетъ также и чистый уголь, но его можетъ обнаруживать въ меньшей степени также еще много другихъ веществъ, химически различныхъ отъ него, напр. сѣра, мышьякъ и желѣзо *), въ тонкораздѣленномъ состояніи. Происходящій при этомъ процессъ есть физическій, такъ какъ о химическомъ дѣйствіи, въ большинствѣ случаевъ, нельзя и думать. Способность къ осажденію, такимъ образомъ, веществами, имѣющими очень большую поверхность, распространяется однако не только на органическія красящія вещества, но также и на пахучія, вещества, отчасти нечистнаго состава, на горькія вещества, смолы, дубильныя вещества **), на цѣлый рядъ солей тяжелыхъ металловъ (при чемъ однако, кажется, происходятъ возстановленія, слѣд. химическія измѣненія). Животный уголь, показывающій всѣ только что поименованныя дѣйствія, напротивъ, не фиксируетъ, какъ на это особенно указываютъ, щелочныхъ солей ***). Въ этихъ явленіяхъ мы имѣемъ дѣло съ чисто механическимъ поглощеніемъ, но необходимо имѣть въ виду что оно распространяется преимущественно на вещества своеобразнаго характера, на вещества (мы можемъ такъ сказать вообще) высокаго частичнаго вѣса ****).

Наконецъ, мы обращаемся къ третьему изъ явленій, смѣшиваемыхъ между собой, не смотря на все ихъ различіе, къ явленію, вслѣдствіе котораго фактически *осаждаются также соли щелочей и щелочныхъ земель*. Такъ дѣйствуетъ костяной уголь, вещество, которое въ строгомъ смыслѣ и не можетъ быть названо углемъ, такъ какъ содержитъ около 80% золы; у него, очевидно, способность къ химическому обмѣну вовсе не исключена, и если такое тѣло осаждаетъ въ себѣ, напр., гипсъ, чего чистый уголь не можетъ сдѣлать, то, по

*) Ср. объ этомъ предметѣ преимущественно данныя Фильголя (Pharm. Centrbl.) 1852 г., стр. 211.

**) Ср. Вешенъ, Annal. d. Chemie und Pharm. Т. 55, стр. 241.

***) Ср. Тамъ же.

****) Я забылъ, кто первый указывалъ на это.

меньшей мѣрѣ, произвольно прибѣгать къ механическому поглощенію, для объясненія такого явленія. То же самое нужно сказать и объ опытахъ Петерса, при которыхъ употреблялся хотя и обработанный кислотою, но далеко не свободный отъ золы уголь. Вообще будетъ полнѣйшимъ произволомъ принятіе въ этомъ случаѣ механическаго поглощенія и тѣмъ болѣе, если мы видимъ, что въ стекающихъ растворахъ мѣсто кали заступаетъ известь, и способность угля къ поглощенію существенно возрастаетъ отъ пропитыванія его углекислою известью*). Тотъ-же упрекъ нужно сдѣлать, наконецъ, и Гейдену**), дѣлающему сходный выводъ***) изъ своихъ опытовъ съ сырымъ и различнымъ образомъ обработаннымъ, торфомъ****), такъ какъ онъ имѣлъ дѣло не только съ веществами, имѣвшими золу неизвѣстнаго состава, но съ такими, которыя сами способны къ разнообразнѣйшимъ химическимъ дѣйствіямъ.

Соображая все сказанное, можно видѣть, что чисто-механическое поглощеніе, какое принимается, безъ дальнѣйшихъ разсужденій, для почвы, не доказано достовѣрно ни для какой другой среды. Для щелочей и щелочныхъ земель до сихъ поръ еще никогда не наблюдали фиксированія ихъ изъ водныхъ растворовъ въ отсутствіи химическихъ дѣйствій и, конечно, всякому ясно, что теорія механическаго поглощенія этихъ тѣлъ стоитъ на шаткомъ основаніи. — Если-же напротивъ, механическимъ поглощеніемъ объяснить обезцвѣчиваніе

*) Ср. loc. cit. стр. 147.

**) Ср. Düngelehre I, стр. 286.

***). Точно также и Шумахеру, который замѣчательнымъ образомъ думаетъ что гуминовые вещества, приготовленные изъ сахара, не проявляютъ химическихъ дѣйствій. Ср. Journal. d. Landwirth. T. 49 стр. 332 и примѣч. 2 на слѣдующей стр.

****). Когда три года тому назадъ, зимою 66/67 г., я началъ работать надъ поглощеніемъ, я былъ увлеченъ общимъ мнѣніемъ, что при поглощеніи играютъ главную роль физическіе процессы. Мнѣ хотѣлось изучить эти процессы при полнѣйшемъ исключеніи всѣхъ побочныхъ химическихъ дѣйствій, слѣд. въ самомъ чистомъ ихъ видѣ, для того чтобы напасть на слѣдъ тѣхъ закононостей, которыя уже часто наблюдали въ почвѣ. (Ср. Бедекеръ. Journal f. Landwirthsch. 1859 г, стр. 481). Особенно мнѣ хотѣлось сравнить отношеніе калиевыхъ и натровыхъ солей, такъ какъ уже съ перваго взгляда мнѣ казалось страннымъ, какимъ образомъ, при чисто физическомъ процессѣ, участіе этихъ солей, физически столь сходныхъ между собой, такъ различно. — Такимъ-то образомъ я прибѣгнулъ къ опытамъ съ веществами, вполне не обнаруживавшими никакого химическаго дѣйствія.

навозной жижи, то противъ такого объясненія никто не будетъ спорить, такъ какъ извѣстно, что множество тонко раздѣленныхъ тѣлъ самаго разнообразнаго химическаго состава, для которыхъ къ тому-же, въ большинствѣ случаевъ, вовсе нельзя предполагать химическаго дѣйствія, обладаютъ этимъ свойствомъ; однако болѣе чѣмъ сомнительно, чтобы это естественное объясненіе могло быть распространено на тѣ соли, поглощеніе которыхъ только и важно въ сельскомъ хозяйствѣ.

Мнѣ возразить — и на первый взглядъ съ нѣкоторымъ правомъ — что способность къ поглощенію растворовъ щелочныхъ земель и т. д., у веществъ, не обнаруживающихъ химическаго дѣйствія, напр. вполне лишеннаго золы угля, не отыскана только потому, что до этихъ поръ въ этомъ отношеніи еще не было сдѣлано опытовъ. Правда, существующія экспериментальныя доказательства довольно двусмысленны, однако весьма легко придать имъ болѣе силы, при помощи нѣскольکو осторожно произведенныхъ опытовъ.

Именно такъ я и думалъ, когда мнѣ пришла въ голову недостаточность существующихъ фактовъ для принятія механическаго поглощенія, и я считалъ предметъ довольно важнымъ для того, чтобы произвести нѣсколько опытовъ. Я предпринялъ приготовленіе пористаго угля, свободнаго отъ всѣхъ зольныхъ составныхъ частей и другихъ примѣсей. Такого рода уголь, проще всего можетъ быть приготовленъ, если надъ коптящимъ пламенемъ петролеума держать чашку съ холодной водой, затѣмъ собрать сажу и продержать ее въ закрытомъ тиглѣ продолжительное время при красномъ каленіи. Съ приготовленнымъ такимъ образомъ пылеобразнымъ углемъ, обладающимъ, безъ сомнѣнія, громадною поверхностью, были предприняты опыты съ поглощеніемъ обыкновеннымъ порядкомъ и при этомъ употреблялись вещества, поглощаемость которыхъ почвою давно установлена. Были употреблены, напр. хлористый калий, сѣрноокислое кали, фосфорнокислый натръ, ѣдкій амміакъ и т. д. Не смотря на то, что я бралъ такія концентрации и вообще тѣ же отношенія, какъ и другіе экспериментаторы, мнѣ ни въ одномъ случаѣ*) не удалось наблюдать поглощеніе. Титръ жидкостей, отфильтрованныхъ по истеченіи нѣсколькихъ дней, оказывался

*) Я не утверждаю этого вполне для амміака, такъ какъ, не смотря на всѣ предосторожности, въ этомъ случаѣ не были избѣгнуты нѣкоторыя ошибки (испареніе при фильтрованіи), хотя впрочемъ дѣло идетъ только о слѣдахъ вещества.

неизмѣненнымъ *). Но тотъ же самый пористый уголь обладалъ способностью осаждать цѣлый рядъ растворенныхъ красящихъ веществъ и то же дѣйствіе проявлять въ отношеніи къ другимъ веществамъ высокаго частичнаго вѣса. Я очень далекъ отъ того, чтобы на основаніи этихъ немногихъ опытовъ считать доказаннымъ, что обыкновенныя соли щелочей и щелочныхъ земель, важныя при питаніи растеній, не могутъ претерпѣвать механическаго поглощенія; утверждая, это, я бы оставилъ область опыта. Но я требую доказательствъ отъ тѣхъ, которые постоянно произносятъ слова—«механическое поглощеніе», или утверждаю, что они оставляютъ поле опыта. Понятно, что, незнакомыя съ теоріей механическаго поглощенія, мы не можемъ, основываясь на опытѣ съ однимъ только веществомъ, утверждать, что отрицательный результатъ этихъ опытовъ доказываетъ, что механическое поглощеніе, въ смыслѣ названныхъ выше земледѣльческихъ химиковъ, не можетъ существовать. Съ нѣкоторою вѣроятностью мы въ состояніи, однако, рѣшить этотъ вопросъ, если примемъ во вниманіе, что вещества, которыя, какъ многія органическія красильныя вещества, способны къ поглощенію, поглощаются всѣми возможными тонко раздѣленными веществами. Весьма невѣроятно,—если только здѣсь можно допустить заключеніе по аналогіи, — что вещества, не поглощаемыя тонко-раздѣленнымъ углемъ должны механически поглощаться веществами почвы, представляющими значительно меньшую поверхность. Предыдущимъ, по крайнѣй мѣрѣ, доказано, что *гипотеза механическаго поглощенія* для объясненія фиксированія извѣстныхъ солей въ почвѣ, прежде всего *не допустима*, и должна считаться таковою до тѣхъ поръ, пока не будетъ подкрѣплена доказательствами, въ чемъ мы сомнѣваемся; и если въ дальнѣйшемъ изложеніи, когда мы будемъ говорить о химизмѣ явленій поглощенія, мы покажемъ, что названная *гипотеза вовсе не нужна*, то конечно съ нами согласится въ томъ, что мы имѣемъ нѣкоторое право, отрицая ее.

*) Небольшая поглотительная способность, которую наблюдалъ Шумахеръ у искусственныхъ перегнойныхъ веществъ, приготовленныхъ изъ сахара, никакъ не можетъ быть принята за физическій актъ, вслѣдствіе отсутствія неорганическихъ веществъ, такъ какъ, я думаю, есть нѣкоторые примѣры химическаго дѣйствія органическихъ веществъ. Можно-ли этому явленію дать въ настоящее время химическое объясненіе — это дѣло другое; впрочемъ съ тѣхъ поръ, какъ Е. Шульце показалъ настоящее достоинство этой работы, на ней нечего больше и останавливаться.

Что при поглощеніи почвы, *между прочимъ*, происходятъ также и химическія явленія, въ томъ никто не сомнѣвался съ самаго начала. Изъ многихъ, названныхъ нами выше, экспериментаторовъ каждый констатировалъ фактъ, что при поглощеніи соли, основаніе которой способно къ поглощенію, кислота-же—нѣтъ, часть этой послѣдней связывается другимъ основаніемъ, принадлежащимъ почвѣ, и затѣмъ можетъ быть доказана въ стекающемъ растворѣ. Итакъ, не можетъ быть и рѣчи о доказательствахъ химизма при поглощеніи, и дѣло только въ томъ, могутъ ли быть всѣ наблюдаемые факты удовлетворительно объяснены химизмомъ. Нужно было только сообразить всю трудность задачи объясненія химическихъ процессовъ въ столь сложной средѣ, какъ почва, чтобы не отрицать химической природы наблюдаемыхъ явленій, даже и тогда, когда полное объясненіе ихъ съ химической точки зрѣнія еще и не удалось *).

На самомъ дѣлѣ и это не такъ. Въ настоящее время довольно легко привести химическія причины поглощенія всѣхъ отдѣльныхъ растворимыхъ солей. При трудности задачи, можетъ быть это должно считать счастливымъ случаемъ, обязаннымъ тому обстоятельству, что надъ явленіями, о которыхъ идетъ здѣсь рѣчь, произведены были обширныя и весьма толковыя въ ихъ экспериментальной части работы.

Въ отношеніи къ химизму явленій поглощенія, наиболѣе совершеннымъ образомъ, собралъ результаты различныхъ работъ и вѣрнѣе всего ихъ оцѣнилъ Кнопъ (хотя и онъ, какъ мы это видѣли, принимаетъ механическое поглощеніе, по крайней мѣрѣ какъ переходное явленіе). Онъ говоритъ **):

*) Чтобы это слѣлать нагляднѣе, нужно себѣ представить, что задана слѣдующая задача. Положимъ, что мы вливаемъ въ какой-нибудь сосудъ цѣлый рядъ реактивовъ, вполнѣ извѣстныхъ намъ качественно и количественно, и предоставляемъ опытному и ученѣйшему химику предсказать, какого рода реакція произойдетъ отъ прибавленія всякаго новаго реактива. Сначала задача будетъ очень легка, но уже при прибавленія третьяго и четвертаго реактива она усложняется до такой степени, что вся мудрость химика окажется безсильной, и если себѣ представить смѣсь въ родѣ той, которая образуется ежедневно въ нашихъ сточныхъ банкахъ, то задача такая положительно невозможна для силъ человѣческихъ. Въ подобномъ положеніи находимся мы со всѣми нашими знаніями отдѣльныхъ химическихъ реакцій, имѣя передъ собою смѣсь, представляемую почвой.

**) Cp. Versuchst. 1865 г., стр. 59.

«Гидраты глинозема и окиси желѣза *), съ одной стороны, и тонко раздѣленные силикаты, водный, даже бывшій раствореннымъ, но высохшій на воздухѣ кремнеземъ, съ другой стороны, дѣйствуютъ вмѣстѣ. Калиевыя соли отдають ихъ кислоту гидрату глинозема или окиси желѣза, при чемъ образуются свойственныя этимъ окисламъ нерастворимыя въ водѣ, но разложимыя водою основныя соли, тогда какъ кали связывается: 1) нерастворимыми въ водѣ безводными и водными силикатами и въ ничтожной степени аморфнымъ кремнеземомъ. 2) Фосфорно-кислымъ глиноземомъ. Фосфорная кислота связывается каждымъ легко разложимымъ силикатомъ, особенно кремнекислою окисью желѣза и кремнекислымъ глиноземомъ, аллюминами и гуминовокислыми соединеніями, основанія которыхъ даютъ нерастворимую соль съ этою кислотою».

Выводы эти основываются почти исключительно на опытахъ съ веществами, изолированными изъ почвы, или же съ такими, существованіе которыхъ въ почвѣ мы въ правѣ принимать. Мнѣ кажется впрочемъ, что для нашей цѣли гораздо важнѣе знать, что все поглощеніе солей можетъ быть объяснено химическими реакціями, чѣмъ точное представленіе этихъ реакцій въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ.

Съ объясненіями Кнопа сходны объясненія и другихъ, **) на сколько они не удовлетворяются принятіемъ гораздо болѣе удобнаго механическаго объясненія. Уже Либихъ указываетъ на нѣкоторыя химическія реакціи при явленіяхъ поглощенія, такъ напр., онъ показалъ, что изъ растворовъ кремнекислаго кали земли, богатая перегноемъ, берутъ особенно много кали, но мало кремнезему, такъ что въ выпаренномъ фильтратѣ можетъ образоваться кремнистый студень, и что такія земли послѣ уничтоженія въ нихъ прокаливаніемъ перегноя, или послѣ прибавленія углекислой извести, могутъ поглощать большія количества кремнезема, и объяснилъ эти явленія кислыми свойствами перегнойныхъ веществъ. Далѣе необходимо указать на то, что по отношенію къ поглощенію фосфорной кислоты, большая часть изслѣдователей принимала химическую природу этого

*) Ср. также интересныя сообщенія Рейхарда (Preuss. Annal. d. Landw. 1870, стр. 50), касающіяся отношенія гидратовъ глинозема и окиси желѣза къ основаніямъ, фосфорной кислотѣ и углекислымъ солямъ.

**) Также Варрингтонъ указывалъ на поглощающее дѣйствіе этихъ обоихъ веществъ и объяснял его чисто химически. Ср. Journ. of. Chem. Soc. 1868.

явленія. Такъ Гейденъ *) также причисляетъ поглощеніе фосфорной кислоты къ химическимъ явленіямъ, и объясняетъ его образованіемъ нерастворимыхъ соединений фосфорной кислоты съ окисью желѣза, глиноземомъ, магнезіей и известью; и этому объясненію нужно отдать преимущество сравнительно съ Кнопвымъ объясненіемъ поглощенія фосфорной кислоты, вслѣдствіе сдѣланнаго Гейденомъ распространенія, такъ какъ осажденіе фосфорной кислоты изъ раствора суперфосфата углекислою известью, напр. доказано опытами на станціи въ Карлсруэ **), показавшими впрочемъ, что этотъ процессъ идетъ очень медленно.

Относительно поглощенія основаній, въ новѣйшее время—какъ это слѣдуетъ изъ того, что говоритъ Кнопъ о поглощеніи кали,—пришли опять къ воззрѣнію, подобному тому, которое прежде принадлежало Ваю ***); опять главную роль приписываютъ нѣкоторымъ силикатамъ измѣнчиваго состава. — Мы должны еще нѣсколько словъ сказать объ этомъ предметѣ.

Преимущественно работы Раутенберга съ боллосомъ и каолиномъ доставили побѣду этому воззрѣнію. Раутенбергъ показалъ, что боллосъ, силикатъ, содержащій, кромѣ глинозема, еще другія основанія, обладаетъ значительной поглотительной способностью, относительно основаній, но что эту способность можно отъ него отнять посредствомъ обработки соляною кислотою, слѣдовательно процессомъ, при которомъ изъ боллоса извлекаются другія основанія, кромѣ глинозема. Напротивъ того, каолинъ, т. е. чистый кремнекислый глиноземъ, не обладаетъ поглотительною способностью ****), приобрѣтаемою имъ послѣ пропитыванія жидкимъ стекломъ.

Можно сказать, что болѣе точное изученіе явленій поглощенія также тѣми, которые приступали къ изслѣдованіямъ съ полною вѣрою въ физическія дѣйствія, всегда снова приводило въ сущности къ тому, чему прежде училъ Вай, и если этого изслѣдователя и можно упрекнуть въ нѣкоторыхъ химическихъ промахахъ, то сущность дѣла остается тою же самою.

*) Cp. Düngelehre I, стр. 290.

**) Bericht. d. Versuchstat. Karlsruhe 1870; стр. 111.

***) Какъ это ясно высказываетъ Кнопъ; cp. Landwirt. Versuchst. 1865 г. стр. 60.

****) Каолинъ, по изслѣдованіямъ Раутенберга, обладаетъ поглотительною способностію только въ отношеніи къ свободному амміаку, но не солямъ; впрочемъ для поглощенія амміака могутъ быть приняты также химическіе процессы.

Мы должны въ почвѣ принимать легко разлагающіеся двойные силикаты, природу которыхъ здѣсь оставимъ въ сторонѣ и которые всегда, кромѣ глинозема, содержатъ еще то или другое основаніе, щелочную землю или щелочь, или также и нѣсколько такихъ основаній вмѣстѣ *). Эти силикаты имѣютъ свойство, подъ вліяніемъ дѣйствія массы, обмѣнивать ихъ придаточныя основанія (не глиноземъ). Если въ силикатѣ преобладаетъ известь, какъ это должно быть въ известковыхъ почвахъ, то на это соединеніе дѣйствуютъ калиевыя и амміачныя соли и, менѣе значительнымъ образомъ, также натровыя и магнезіальныя, и, по закону двойнаго разложенія, происходитъ обмѣнъ основаній; известь выступаетъ тогда, соединенная съ кислотою, содержащеюся въ растворѣ изъ силиката, и ее можно доказать въ растворѣ, кали же или амміакъ, натръ, магнезія, вступаютъ на мѣсто извести, въ силикатъ. Изъ этого представленія, которое мы въ полномъ правѣ сдѣлать относительно поглощенія основаній изъ солей, слѣдуетъ въ то-же время, что и противоположная реакція можетъ совершиться **), не смотря на различіе въ химическомъ сродствѣ, всегда тогда, когда измѣненный силикатъ будетъ находиться въ соприкосновеніи съ известковымъ растворомъ.

Нѣсколько отлично отъ этого нужно себѣ представлять поглощеніе ѣдкихъ щелочей, можетъ быть не совсѣмъ еще понятное. Далѣе можетъ быть заслуживаетъ вниманія ***) химизмъ, обнаруживаемый перегнойными веществами ****) при поглощеніи амміака. Преимуществен-

*) Ср. въ этомъ отношеніи также работу Эйхгорна, изъ которой, не смотря на то, что она не относится специально къ поглощенію, многому можно научиться. (Jahresber. d. Agrik. Chem. 18⁹⁰/60; стр. 19). Работа эта могла бы давно уже служить къ установленію химическаго воззрѣнія.

**) Это доказываютъ также съ большою ясностью опыты Петерса, изъ которыхъ слѣдуетъ, что въ почвѣ, уже поглотившей кали, поглощеніе натра значительно больше, чѣмъ было прежде. Ср. также интересныя опыты Кюппа и Гуссакковского (Kreisl. d. Stoffe II, стр. 773), изъ которыхъ слѣдуетъ то же самое.

***) Вслѣдствіе того, что гуминово-и ульминово-кислыя щелочи представляютъ растворимыя соли, легко впасть въ ошибку и думать, что гуминовыя вещества не могутъ служить для объясненія явленій поглощенія. Необходимо припомнить, что есть также и труднѣе растворимыя гуминовыя вещества, которыя также играютъ роль основаній. Къ тому же и растворимость ихъ не особенно велика, въ присутствіи другихъ солей.

****) Сюда относится также фактъ, который наблюдалъ Деві, что торфъ представляетъ гораздо лучший конденсаторъ для амміака, чѣмъ торфяной уголь, что важно для нашего воззрѣнія.

но опыты Брюстлейна проливаютъ свѣтъ въ этомъ отношеніи и не оставляютъ сомнѣнія въ химической природѣ этого процесса.

Что постоянно снова вызывало у большей части экспериментаторовъ мысль о механическомъ процессѣ, это мнѣ кажется тотъ фактъ, что количество тѣла, извлеченнаго изъ раствора, оказывалось постоянно зависящимъ отъ концентраціи и количества послѣдняго. Думали *), что это вѣрный признакъ физическаго явленія, такъ какъ химическіе процессы не зависятъ отъ количествъ реагирующихъ другъ на друга веществъ.—Однако, извѣстно, что это положеніе не безусловно вѣрно, такъ какъ достаточно извѣстны такъ называемыя химическія массовыя дѣйствія **), отступающія на задній планъ только при лучше изученныхъ химическихъ явленіяхъ, гдѣ участвуетъ *большое* сродство. Но что сказать о фосфорной кислотѣ, поглощеніе которой всѣми объясняется химически, между тѣмъ какъ при этомъ поглощеніи повторяется та же зависимость отъ концентраціи употребленнаго раствора. Такъ Геннебергъ и Стоманъ нашли слѣдующія числа для поглощенія фосфорной кислоты изъ фосфорнокислаго амміака, при продолжительности опыта 9 часовъ ***).

	Фосфорная кислота употребленное количество.	поглощен- ное коли- чество.
100 gr. почвы и 200 С.С. раствора	0,144 gr.	0,072 gr.
— » » » — » »	0,720 »	0,244 »
— » » » — » »	1,440 »	0,396 »

Тоже самое показываютъ и числа другихъ изслѣдователей, — и слѣдовательно намъ нечего распространяться о достоинствахъ приведеннаго аргумента.

Въ заключеніе не могу не упомянуть о человѣкѣ, наиболѣе писавшемъ о занимающемъ насъ предметѣ, собравшемъ чрезвычайно цѣнный матеріалъ и, насколько мнѣ извѣстно, оставшемся совершенно свободнымъ отъ теоріи механическаго поглощенія. Это Мультенъ.

*) Ср. Раутенбергъ: Chem. Centralbl. 1863. стр. 127; Гейденъ Düngerlehre I, стр. 289 и Кноппъ Kreislauf d. St. I, стр. 500.

**) Раутенбергъ приводитъ противъ своего воззрѣнія фактъ постепеннаго извлеченія водой борной кислоты изъ борнокислаго серебра.

***) Loc. cit.

деръ *). Глава въ его сочиненіи «Chemie der Ackerkrume», трактующая о поглощеніи, заслуживаетъ вниманія со стороны всѣхъ интересующихся химизмомъ поглощенія основаній **).

ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТАЯ ЛЕКЦІЯ.

Химическія свойства почвы. — Явленія поглощенія.

Въ послѣдней лекціи мы познакомились съ замѣчательными явленіями, происходящими въ почвѣ, — съ поглощеніемъ почвы. Мы старались узнать причины этихъ явленій, и пришли къ тому результату что химическіе процессы вполнѣ ихъ объясняютъ и что вовсе нѣтъ необходимости принимать здѣсь еще механическій процессъ.

Сегодня мы рассмотримъ значеніе поглощенія для почвы и для питанія растений при естественныхъ условіяхъ. Но для этого необходимо еще нѣсколько ближе вникнуть въ сущность упомянутыхъ явленій.

Понятно, что для насъ весьма важно составить себѣ представленіе о взаимодѣйствіи такъ называемыхъ поглощенныхъ веществъ съ почвеннымъ растворомъ. Мы знаемъ уже, что химическое сродство, обуславливающее поглощеніе, довольно слабо, такъ что растворяющая сила воды можетъ съ нимъ успѣшно конкурировать. — Относящіяся сюда изслѣдованія привели къ слѣдующимъ положеніямъ:

Изъ болѣе слабаго раствора всегда поглощается меньше, чѣмъ изъ болѣе концентрированнаго, даже если оба берутся въ очень большихъ количествахъ.

*) Также Бретшнейдеръ (см. Jahresb. f. Chem. 1866, стр. 45) высказался въ пользу чисто химической природы поглощенія, однако безъ достаточныхъ основаній. Химическаго воззрѣнія даже придерживался также Эйхгорнъ, котораго относящуюся сюда работу мы цитировали.

**) Работа Эйхгорна также важна для пониманія причинъ поглощенія основаній: Ср. Poggend. Annal. T. 105, стр. 126. Что взгляды Мульдера такъ мало распространены въ Германіи, зависитъ отчасти отъ дурнаго изложенія, что затрудняетъ изученіе сочиненія, особенно послѣ мастерски написанной книги Либиха. Тѣмъ не менѣе, это не мѣшаетъ подтвердить сказанное въ текстѣ.

*Поглощенные вещества могут быть отчасти снова извлечены из почвы посредством вымывания большим количеством воды *)*.

Эти оба установленныя экспериментально положенія легко выводятся изъ только что принятой точки зрѣнія, что дѣйствующія при этомъ химическія силы не на столько велики, чтобы растворяющая сила воды предъ ними совершенно исчезала, и отсюда же вытекаетъ и третье положеніе, именно:

*Изъ большаго количества раствора поглощается больше, чѣмъ изъ меньшаго количества его при той же концентраціи **),* такъ какъ, при извлеченіи одного и того же количества поглощаемаго тѣла, растворъ, находящійся въ большемъ количествѣ, истощается значительно менѣе, слѣдовательно растворяющая сила воды, которая при увеличеніи концентраціи раствора, конечно, становится менѣе, и которая противодѣйствуетъ поглощенію, можетъ оказать менѣе вліянія.

Довольно часто пытались выразить яснѣе эти экспериментально установленныя положенія и математически формулировать зависимость, существующую между концентраціею раствора и количествомъ поглощеннаго вещества. Нѣкоторое время, и именно до тѣхъ поръ, пока въ поглощеніи видѣли чисто физическій процессъ, думали, что напали на слѣдъ извѣстной законности въ этомъ отношеніи, и Бе-

*) Гейденъ въ учебникѣ очевидно дѣлаетъ логическую ошибку, которая впрочемъ не касается слѣдствій изъ этого положенія и состоитъ въ томъ, что онъ особенно увѣряетъ, что нужны значительно большія количества воды для растворенія поглощеннаго основанія, чѣмъ то количество ея, въ которомъ оно было растворено до поглощенія (ср. 289—290, его «Учен. объ удобреніи, т. I»); то же можно сказать о слѣдствіи 2) на стр. 267, гдѣ еще прибавляется: «такимъ образомъ сила, съ которой почва удерживаетъ поглощенныя основанія, гораздо больше той, съ которой она его извлекаетъ изъ раствора (ср. далѣе стр. 268 слѣдствіе 2), хотя легко понять, что должно выражать это *contradictio in adjecto*.

**) Эти положенія относительно значенія величины поглощенія заслуживаютъ полнаго вниманія со стороны сельско-хозяйственной практики, хотя и не пользуются имъ до сихъ поръ. Изъ нихъ вытекаетъ, что очень слабые растворы питательныхъ веществъ, какъ напримѣръ оросительныя воды, могутъ иногда удерживать отъ поглощенія ихъ вещества, тогда какъ, напротивъ, приходя въ прикосновеніе съ землей, содержащей уже много веществъ въ поглощенномъ состояніи, будутъ ихъ вымывать; безъ сомнѣнія, это очень важное слѣдствіе для теоріи орошенія и экспериментальное испытаніе его представляло бы благодарную задачу (смотри, впрочемъ, 38 лекцію).

декеру *) посчастливилось въ самомъ дѣлѣ изъ данныхъ Геннеберга и Стомана **) вывести слѣдующее: *поглощенные количества какаго нибудь вещества относятся между собою какъ квадратные корни изъ концентрацій употребленныхъ растворовъ*. Этотъ такъ называемый законъ Бедекера говоритъ, слѣдовательно, что при удвоеніи концентраціи раствора поглощенные количества ***) относятся какъ 1: $\sqrt{2}$, т. е. какъ 1: 1,41... Совершенно ясно, что такъ какъ поглощеніе возрастаетъ съ концентраціею, но вслѣдствіе постоянно увеличивающагося насыщенія химическихъ силъ, производящихъ поглощеніе, никогда не можетъ возрасти пропорціонально этому возрастанію концентраціи,—величина поглощенія, являющаяся при удвоеніи концентраціи, приведенная къ первоначальной, должна находиться между 1 и 2, не подходя однако близко къ этимъ предѣламъ. Отсюда слѣдуетъ, что, если не обращать вниманія на маленькія отклоненія, извѣстное отдаленное согласіе экспериментальныхъ данныхъ съ закономъ Бедекера должно имѣть мѣсто. Имѣя это въ виду, можно сказать, что этотъ законъ, хотя довольно согласуется съ числами Геннеберга и Стомана ****), а также и со многими числами Раутенберга †) и Петерса ††), позднѣйшими опытами вовсе не подтверждается. Такъ между числами, встрѣчающимися въ работѣ послѣдняго, находятся уже отклоненія, которыя я выражу цифрами, показывающими возрастаніе поглощенія при удвоеніи концентраціи раствора; при вѣрности закона Бедекера вмѣсто нихъ должно бы было быть $\sqrt{2} = 1,41$

Для сѣрниокислаго кали ($\frac{1}{20}$ атома: $\frac{1}{10}$ атома)	=	1,61
двууглекислаго	» (» »)	= 1,67
углекислаго	» (» »)	= 1,82
ѣдлага	» (» »)	= 1,83
фосфорнокислаго	» (» »)	= 1,89

Очевидно, что согласіе здѣсь весьма несовершенно †††). Во всякомъ случаѣ законъ Бедекера даетъ намъ нѣкоторую опору для

*) Journ. f. Landw. 1859 стр. 48.

**) Тамъ же стр. 25

***) Это имѣетъ значеніе для кали и амміака.

****) Loc. cit.

†) Ср. Chem. Centralbl. 1863 стр. 127.

††) Loc. cit.

†††) То же самое выходитъ и изъ цифръ, найденныхъ Кюленбергомъ (см. Бретшнейдеръ: Mittheilungen des landw. Centralvereins für Schlesien. T. 15, стр. 83).

сужденія въ большей части случаевъ о возрастаніи поглощенія при увеличеніи концентраціи и, слѣдовательно, за нимъ нельзя не признать нѣкотораго значенія.

Впрочемъ, разсуждая чисто теоретически, уже можно придти къ тому заключенію, что отношеніе между поглощенными количествами, при измѣняющихся концентраціяхъ, никакъ не можетъ быть выражено постояннымъ числомъ, ибо, очевидно, это число зависитъ отъ исходной концентраціи, оно необходимо есть функція абсолютной, но не относительной концентраціи, такъ какъ если концентрація будетъ очень велика, то еще большее увеличеніе ея не будетъ въ состояніи произвести значительное увеличеніе поглощенія, ибо земля будетъ вполне насыщена уже ничтожнымъ прибавленіемъ раствореннаго вещества. Подобнымъ же образомъ должно зависѣть это число и отъ абсолютнаго количества жидкости, что вытекаетъ изъ той же точки зрѣнія.

Въ отношеніи къ второму изъ нашихъ положеній, по которому поглощенные вещества снова могутъ быть переведены въ растворъ

Поглощеніе кали.	Увеличеніе поглощенія при удвоенной концен- траціи.
------------------	---

Для сѣрнокислаго кали	1,48
» азотнокислаго »	1,85
» фосфорнокислаго »	1,52
» углекислаго »	1,21
» хлористаго калия	1,71

Поглощеніе амміака

Для сѣрнокислаго амміака.	1,19
» азотнокислаго »	1,47
» фосфорнокислаго »	1,65
» углекислаго »	1,42
» хлористаго аммонія	1,45

Поглощеніе натра.

Для сѣрнокислаго натра	1,42
» азотнокислаго »	1,64
» фосфорнокислаго »	1,79
» углекислаго »	1,28
» хлористаго натрія	1,61

Еще большія уклоненія оказываются при поглощеніи извести и магнезій и при учетвереніи концентраціи, и когда законъ Бёдекера требуетъ $\sqrt{4} = 2$, для поглощенія кали получились цифры, колебавшіяся между 1,72—3,13.

чистой водою, напрасно искали какой бы то ни было законности. Однако всѣ опыты, сдѣланные въ этомъ направленіи, показали, что способность къ растворенію разъ поглощенныхъ веществъ довольно незначительна *) и нѣкоторое время приблизительно пропорціональна количеству употребленной воды. Это отношеніе легко понять; стоитъ только подумать, что при выщелачиваніи чистой водою не можетъ происходить химическій обмѣнъ, обратный тому, который имѣлъ мѣсто при поглощеніи (какъ это должно быть допущено по физическому представленію), такъ какъ въ чистой водѣ нѣтъ химическаго матеріала для двойнаго разложенія (составныя части слитаго раствора, служившаго для поглощенія, **). Такимъ образомъ здѣсь имѣютъ дѣло съ совершенно другимъ процессомъ происходящимъ при болѣе неблагоприятныхъ условіяхъ, о которыхъ естественно очень трудно сдѣлать надлежащее представленіе, и который, смотря по свойствамъ почвы, будетъ происходить весьма различно. Приблизительная пропорціональность, переведенныхъ такимъ образомъ веществъ въ растворъ съ количествомъ растворяющей воды указываетъ на простое раствореніе, можетъ быть цѣлаго силиката, происшедшаго при поглощеніи, или же она указываетъ на равномерное разложеніе этого послѣдняго.

Что касается, наконецъ, поглощенія изъ одинаково концентрированныхъ, но находящихся въ разныхъ количествахъ растворовъ, то это явленіе отчасти слагается изъ двухъ только что разсмотрѣнныхъ, и было бы вполне ими объяснено, если бы представляло болѣе простой процессъ. Очевидно, что дѣйствіе должно быть одно и тоже — удваиваемъ ли мы концентрацію и затѣмъ увеличиваемъ количество воды вдвое, — или же прямо сначала употребляемъ двойное количество раствора, по одной и той же концентраціи. Во всякомъ случаѣ отсюда слѣдуетъ, что увеличеніе поглощенія при удвоеніи количества жидкости должно быть меньше, чѣмъ при удвоеніи кон-

*) Это привело даже Геннеберга и Стомана къ тому положенію, которое мы прежде уже осудили, что препятствія, противопоставляемыя почвою потерѣ поглощенныхъ веществъ, больше той силы, съ которой она ихъ поглощаетъ.

**) Изъ этого отношенія почвы, содержащей въ себѣ поглощенные вещества, къ водѣ, слѣдуетъ также, что нельзя говорить о «насыщенной» поглощенными веществами почвѣ, хотя это и дѣлается приверженцами взглядовъ Либиха, относительно питанія растений въ почвахъ, способныхъ къ поглощенію (сравни Либихъ *Ann. d. Chem. u. Pharm.* T. 121 стр. 340; Стоманъ: *Landw. Versuchst.* 1864, стр. 424—28 и loc. cit.).

центраціи, такъ какъ первый случай отличается отъ втораго только присутствіемъ такого же количества чистой воды, которая непременно должна оказать растворяющее (препятствующее поглощенію) дѣйствіе. Геннебергъ и Стоманъ въ самомъ дѣлѣ высказываютъ, что изъ двойнаго количества раствора поглощенные количества вещества на $\frac{1}{3}$ больше *), нежели изъ одиночнаго количества, такъ что по способу выраженія, принятому нами въ предъидущемъ, первое количество было бы = 1,2. По этому данному, согласующемуся хорошо съ результатами опытовъ названныхъ изслѣдователей, присутствіе двойнаго количества воды, чѣмъ и отличается только опытъ съ двойнымъ количествомъ жидкости отъ опыта съ двойною концентраціею, произвело бы значительное различіе въ отношеніи къ величинѣ поглощенія (по Ген. и Ст. 1,41—1,2).

Однако здѣсь нужно опять напомнить, что это число не есть постоянное, такъ какъ, очевидно, если идетъ дѣло объ очень большихъ количествахъ жидкости, эффектъ удвоенія долженъ почти исчезать и число это, т. обр., должно быть функціею отношенія между почвою и жидкостью, изъ котораго первоначально исходили. Далѣе, это число должно быть также функціею концентраціи, такъ какъ при очень большой концентраціи удвоеніе раствора никакъ не можетъ произвести увеличеніе поглощенія. Изъ этихъ точекъ зрѣнія уже вытекаетъ, что и здѣсь также не возможно дать числа, имѣющаго общее значеніе, точно также, какъ мы это видѣли прежде для увеличенія концентраціи и если, напримѣръ, взять въ основу вычисленій опыты Петерса, то получаются громадныя отклоненія **).

Хотя во взаимодѣйствіи между растворяющею водою и фиксирующими силами поглощенія почвы, т. обр., мы не имѣемъ дѣла съ отношеніями, могущими быть выраженными математически, тѣмъ не менѣе изученіе ихъ приводитъ къ весьма годному обзору отношенія растворимыхъ частей почвы и составныхъ частей удобренія. Для пополненія этого обзора однако вполнѣ необходимо войти ближе въ разсмотрѣніе поглощенія отдѣльныхъ веществъ.

*) Также и эти кажущіяся законности относятся только къ кали и амміаку, а не имѣютъ мѣста для извести.

**) Было бы неумѣстно дальше еще разсуждать объ этомъ предметѣ. Числа для хлористаго калия, вычисленные изъ результатовъ Петерса, слѣдующія: для концентраціи $\frac{1}{40}$ атома въ литрѣ 1,266; 1,165; $\frac{1}{20}$ ат. 1,265; 1,666; $\frac{1}{10}$ ат. 1,272; 1,210.

Независимо отъ нѣкоторыхъ органическихъ красящихъ составныхъ частей навозной жижи и подобныхъ имъ веществъ органическаго происхожденія, которыя могутъ быть задержаны уже въ силу механическаго поглощенія, изъ веществъ, вообще имѣющихъ значеніе для почвы, согласно съ существующими въ настоящее время воззрѣніями, подвержены поглощенію, смотря по обстоятельствамъ, всѣ основанія, именно: амміакъ, кали, натръ, известь и магнезія, и изъ кислотъ: кремневая кислота и фосфорная, тогда какъ для соляной кислоты, сѣрной и азотной оно не было наблюдаемо въ значительной степени. Между не поглощаемыми веществами находятся два важныхъ питательныхъ вещества, и изъ нихъ одно, соли котораго всѣ отличаются большою растворимостью,—это азотная кислота. Обстоятельство это въ большой мѣрѣ заслуживаетъ вниманія. Во первыхъ оно еще разъ указываетъ на настоящую природу явленій поглощенія, такъ какъ вещества, неспособныя давать трудно растворимыя химическія соединенія, неспособны и къ поглощенію; во вторыхъ оно позволяетъ сдѣлать нѣкоторыя заключенія относительно питанія растенія посредствомъ азотнокислыхъ соединеній *).

При поглощеніи отдѣльныхъ веществъ мы встрѣчаемся опять съ большими различіями: фосфорная кислота и кремневая до такой степени способны давать нерастворимыя или, по крайней мѣрѣ, трудно растворимыя соединенія, что при условіяхъ, существующихъ въ естественной почвѣ, могутъ встрѣчаться только въ ничтожныхъ количествахъ въ почвенномъ растворѣ. Разнообразіе отношеній различныхъ основаній и, чтобы понять различіе, представляемое ими, необ-

*) Въ 27-й лекціи, а также и въ первомъ отдѣлѣ этого сочиненія было уже указано на то, что въ почвѣ, еще не занятой организмами, не можетъ произойти значительнаго накопленія азотистой пищи, не смотря на то, что такая почва въ продолженіе тысячелѣтій орошалась метеорными водами, содержащими амміакъ и азотную кислоту; причина этого теперь намъ ясна, а въ ней мы имѣемъ ключъ къ уразумѣнію прежде разсмотрѣннаго отношенія чисто минеральной почвы къ растительности. Амміакъ дождевой воды способенъ къ поглощенію, хотя большая степень разжиженія мало благоприятствуетъ этому. Однако поглощенный амміакъ естественно, и тѣмъ болѣе въ чисто минеральной почвѣ, легко окисляется и происходитъ так. обр. азотнокислыя соли непременно удаляются изъ почвы выщелачиваніемъ. О сколько-нибудь значительномъ накопленіи азотистой пищи при такихъ обстоятельствахъ въ дождливыхъ странахъ, конечно, не можетъ быть и рѣчи. Сдѣлано наблюденіе, что, послѣдствіе вымыванія азотнокислыхъ солей во время пара, содержаніе азота почвы скорѣе уменьшается, чѣмъ увеличивается (Ср. Либихъ Die Chemie и т. д. 1862 г. Введеніе стр. 68).

ходимо сказать нѣсколько словъ о характерѣ тѣхъ соединеній, образованіе которыхъ и преобразование, въ сущности, составляетъ самое явленіе поглощенія.

Поглощеніе основаній съ одновременнымъ выдѣленіемъ эквивалентнаго количества другаго основанія, можетъ быть сведено къ образованію легко разлагаемыхъ (уже соляною кислотою) водныхъ двойныхъ силикатовъ, названныхъ Мульдеромъ, не совсѣмъ точно минералогически, зоелитами, и къ ихъ преобразованію, подъ вліяніемъ химическаго дѣйствія массъ (этотъ процессъ, можетъ быть, имѣетъ большое сходство съ отвердѣваніемъ цемента). Намъ извѣстно, однако, что различныя основанія, не смотря на общую имъ способность къ указаннымъ образованіямъ, проявляютъ при этомъ въ различной степени ихъ сродство. Вай дѣлалъ уже попытку, исходя изъ этой точки зрѣнія, установить порядокъ основаній, хотя не съ большимъ успѣхомъ и съ доказанною непослѣдовательностью; тѣмъ не менѣе онъ вовсе не заслужилъ упрека, сдѣланнаго ему Либихомъ, что при принятіи этого химическаго воззрѣнія и установленіи такого ряда сродства, соотвѣтствующій послѣднему обмѣнъ основаній не возможенъ.

Мы не будемъ пытаться снова устанавливать такой рядъ, такъ какъ то время прошло, когда это можно было считать возможнымъ (или оно еще не пришло), но удовольствуемся указаніемъ на то, что изъ всѣхъ названныхъ пяти основаній натръ и магнезія наименѣе склонны къ образованію зоелитныхъ двойныхъ силикатовъ, тогда какъ кали, известь и амміакъ нужно разсматривать въ этомъ отношеніи какъ сильныя основанія *). Мы не входимъ въ разсмотрѣніе причины такого отношенія и принимаемъ его просто за химическую особенность названныхъ основаній.

Особенно здѣсь замѣчательно весьма большое различіе между отношеніемъ кали и натра. Такое различіе было бы непонятно, если бы мы на явленіи поглощенія смотрѣли съ чисто физической точки зрѣнія; напротивъ, при химическихъ реакціяхъ мы привыкли видѣть, что тѣла, весьма близкія по физическимъ свойствамъ, играютъ роли весьма различныя.—Всѣ опыты надъ поглощеніемъ совершенно со-

*) Изъ всего этого изложенія ясно, что поглощенію подвергаются не одни питательныя вещества растений и при случаѣ могутъ быть поглощены и не питательныя вещества, хотя изложеніе въ первомъ смыслѣ весьма любимо въ популярныхъ сочиненіяхъ. Это однако уже потому опасно, что возбуждаетъ понятіе о цѣлесообразности въ почвѣ, или, чтобы говорить языкомъ Либиха, о почвенной «полиціи».

гласны между собой и притомъ постоянно показываютъ, что соли калия поглощаются въ гораздо большей степени, чѣмъ соли натрія, и что неодинаковое отношеніе ихъ стоитъ въ близкой связи съ явленіями, хорошо извѣстными намъ изъ разсмотрѣнія процесса вывѣтриванія и затронутыми уже нами одиѣмъ разъ. Мы видѣли при изученіи этого процесса *), что при вывѣтриваніи силикатовъ натрій выделяется сравнительно весьма скоро; калий же, напротивъ, если только существуютъ условія для образованія zeolitныхъ двойныхъ силикатовъ, почти весь остается. Только въ томъ случаѣ, когда этихъ условій не достаѣтъ, если вывѣтривающаяся порода не содержитъ щелочныхъ земель или желѣза, процессъ вывѣтриванія можетъ продолжаться до образованія каолина, т. е. чистаго кремне-кислаго глинозема. Тамъ же, гдѣ есть щелочныя земли и желѣзо, въ особенности извѣсть, образуются при вывѣтриваніи и такіе zeolitные двойные силикаты, которые способны поглощать и щелочи, преимущественно кали, которое они поэтому и задерживаютъ съ большой энергіей, и, приходя въ прикосновеніе съ новыми количествами калиевыхъ солей, проявляютъ свою поглотительную способность.

Изъ этого отношенія можно вывести нѣкоторыя слѣдствія, касающіяся процесса вывѣтриванія у двухъ различныхъ группъ кристаллическихъ массивныхъ породъ, на что мы уже прежде указывали. Группа кремне-глинисто-щелочныхъ породъ, содержащая только самыя ничтожныя количества щелочныхъ земель, и вывѣтривающаяся часть которой всегда есть щелочный полевой шпатъ, не будетъ въ состояніи образовать въ значительномъ количествѣ тѣ важныя двойные силикаты, для которыхъ необходимы щелочныя земли. Поэтому, при вывѣтриваніи этихъ породъ, щелочи почти совсѣмъ выделяются, натръ конечно скорѣе кали,—такъ что коренныя почвы, образовавшіяся изъ этихъ породъ, не смотря на нѣкогда большое содержаніе въ нихъ щелочей, могутъ быть весьма бѣдны кали, особенно находящимся въ легко растворимомъ состояніи. Кромѣ того, въ такихъ почвахъ мы не можемъ ожидать замѣтнаго поглощенія основаній, если они доставляются удобреніемъ.

Во всѣхъ кристаллическихъ, массивныхъ породахъ второй группы заключается, какъ характерная составная часть, роговая обманка, или авгитъ, во многихъ, кромѣ того, находится богатый извѣстью лабрадоръ и, слѣдовательно, на основаніи вышесказаннаго, въ вывѣтреп-

*) Двадцать пятая лекція, стр. 30.

ныхъ массахъ породъ этой группы будутъ даны всѣ условія для образованія двойныхъ силикатовъ. Меньшія количества щелочей, находящихся въ породахъ второй группы, сохраняются въ нихъ соотвѣтственно тѣмъ полнѣе и притомъ именно въ формѣ легко растворимой, такъ что, такимъ образомъ, въ коренныхъ почвахъ, происшедшихъ изъ породъ второй группы, будетъ больше кали, годнаго для питанія растений, чѣмъ въ почвахъ, происшедшихъ изъ породъ первой группы, въ которыхъ все легко растворимое будетъ уноситься. Въ то же время коренныя почвы второй группы будутъ обладать гораздо большей способностью поглощенія вновь прибывающихъ количествъ калия.

Въ наносныхъ почвахъ, содержащихъ глину, которая, когда дѣло идетъ о значительно распространенныхъ образованияхъ, никогда не состоитъ исключительно изъ мелкораздѣленныхъ продуктовъ вывѣтриванія одной группы, а потому всегда содержатъ щелочныя земли, въ такихъ почвахъ всегда будутъ находиться условія образованія зеолитовъ, и они всегда будутъ обладать значительнымъ поглощеніемъ оснований.

Указанныя точки зрѣнія, по моему мнѣнію, имѣютъ важное значеніе, хотя до сихъ поръ на нихъ не было обращено надлежащаго вниманія.

При помощи знанія явленій поглощенія, мы въ состояніи теперь составить себѣ довольно полное представленіе о дѣйствіи ихъ въ почвѣ, а также о вліяніи ихъ при питаніи растений.

Вспомнимъ, какимъ образомъ корень растения усваиваетъ вещества, находящіеся непосредственно около него. Гдѣ тончайшія корневые окончанія приходятъ въ соприкосновеніе съ почвеннымъ растворомъ, тамъ ими воспринимаются легко диффундирующія растворенныя вещества, по опредѣленнымъ вышеизложеннымъ законамъ; тамъ, гдѣ они приходятъ въ соприкосновеніе съ твердыми частичками почвы, тамъ проявляются характерныя растворяющія силы корней и твердыя частички, насколько они подлежатъ дѣйствію этихъ растворяющихъ силъ, тоже будутъ восприниматься.

Вслѣдствіе поглотительной способности почвы, въ ней, несмотря на значительную вывѣтренность, находится только немного веществъ въ почвенномъ растворѣ. При опытахъ съ водной культурой мы уже видѣли чрезвычайную чувствительность корней къ растворамъ, заключающимъ въ себѣ солей болѣе чѣмъ нѣсколько тысячныхъ. Эта чувствительность будетъ намъ совершенно ясна, если обратитъ вниманіе

на отношенія, существующія въ почвѣ, такъ какъ въ ней корнямъ предлагаются только слабыя растворы, и мы должны заключить изъ нашего представленія о способности организмовъ приспосабливаться къ вышнимъ случайнымъ условіямъ (путемъ естественнаго подбора), что организація растительныхъ корней измѣнялась отъ поколѣнія къ поколѣнію, сообразно съ условіями, существующими въ почвѣ. Изъ почвеннаго раствора черпаетъ растеніе свою пищу, но соотвѣтственно большой разжиженности, противоположно закону Соссюра, т. е. оно принимаетъ въ себя питательныя вещества въ значительно большемъ отношеніи, чѣмъ они находятся въ почвенномъ растворѣ, и такимъ образомъ растеніе въ короткое время истощаетъ почвенный растворъ относительно питательныхъ веществъ. Особенно это относится къ кали, азотной кислотѣ и амміаку *).

Почвенный растворъ, сдѣлавшись еще слабѣе при переходѣ изъ него веществъ въ растеніе, будетъ растворять новыя количества веществъ, поглощенныхъ почвой, т. е. веществъ, находящихся въ рыхлыхъ, по всей тонкой землѣ распредѣленныхъ соединеніяхъ и возстановитъ приблизительно свою концентрацію изъ этого резервуара; что будетъ далѣе, какъ будетъ вліять поглотительная способность на взаимодействие раствора и почвы—совершенно ясно. Еслибъ поглотительной способности не было, то всѣ растворенныя вещества, освобожденные при вывѣтриваніи, были бы большей частью унесены дождями и въ наиболѣе благоприятномъ случаѣ образовали въ почвѣ сравнительно густой растворъ. Но густой растворъ могъ бы прямо вредить растеніямъ, во всякомъ же случаѣ скоро истощился бы, и тогда растенія принуждены были бы жить только насчетъ веществъ, растворяющихся снова при вывѣтриваніи.

*) Трудно понять, какимъ образомъ это было совершенно упущено изъ виду при многихъ вычисленіяхъ, при которыхъ обращалось вниманіе на годичное количество дождя и величину испаренія, произведенныхъ съ цѣлю рѣшенія вопроса о томъ, достаточно ли для нормальнаго произрастанія веществъ, содержащихся въ почвенныхъ растворахъ, (См. Эйхгорнъ: Poppelsd. Zeitschr. Н. I стр. 22; Вундеръ: Landw. Versuchsst. 1863 стр. 34; Гривенъ: Agron. Zeitg. 1858^е стр. 469 и друг.), хотя правда, что въ то время, когда завязался споръ объ этомъ, законы принятія веществъ были еще не вполне извѣстны. Имѣя въ виду найденныя В. Вольфомъ законности при принятіи веществъ, можно сказать, что въ этомъ спорномъ вопросѣ перевѣсъ находится на сторонѣ Эйхгорна, Вундера и ихъ партіи, но не на сторонѣ Целлера, Либиха и ихъ преверженцевъ, такъ какъ по В. Вольфу, именно изъ чрезвычайно слабыхъ растворовъ питательныя вещества должны ассимилироваться относительно въ гораздо большей концентраціи.

Но вслѣдствіе поглощенія почвы, освобожденный, въ силу химическаго измѣненія при вывѣтриваніи, матеріалъ задерживается, причемъ не происходитъ вредная для растительности концентрація почвеннаго раствора. Послѣдній остается слабымъ, разжиженнымъ и остается надолго на той же высотѣ насыщенія, до тѣхъ поръ, пока существуютъ вещества въ рыхломъ химическомъ соединеніи, называемымъ нами поглощеніемъ.

Еще яснѣе выражается вліяніе изображеннаго отношенія при при-
бавленіи извнѣ такъ называемыхъ удобрительныхъ веществъ. Эти послѣднія, насколько они внесены въ почву въ растворимой формѣ, и насколько они способны къ поглощенію, переводятся большею частію въ рыхлыя химическія соединенія, и количество связанныхъ такимъ образомъ веществъ, по вышеизложенному, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше ихъ было внесено въ почву. Почвенный растворъ, значительная концентрація котораго, соотвѣтствующая удобренію, была бы несомнѣнно вредна для растенія, будетъ такимъ образомъ слабый, но постоянный въ своемъ содержаніи на продолжительное время, такъ какъ поглощенные вещества будутъ стремиться снова насытить растворъ, какъ скоро онъ истощится дѣятельностью корней или сдѣлается слабѣе отъ разбавленія дождевой водою. Если же, напротивъ, почвенный растворъ, отъ испаренія влажности изъ почвы, сдѣлается слишкомъ концентрированнымъ, то, на основаніи вышеизложеннаго, должно наступить поглощеніе, и растворъ отъ этого будетъ нѣсколько менѣе густъ, чѣмъ безъ поглощенія, только при одномъ испареніи влажности.

По всему этому можно назвать дѣйствіе поглощенія *регулирующимъ количество вещества, содержащагося въ почвенномъ растворѣ*. Одного этого достаточно, чтобы убѣдиться въ громадной важности этого свойства почвы, рассматриваемой какъ питательница растенія *).

*) Нѣчто подобное о дѣйствіи поглощенія, замѣчательнымъ образомъ, было признано Деві, книга котораго о земледѣльской химіи появилась въ нѣмецкомъ переводѣ въ 1814 году, хотя нельзя сказать, что этотъ великій изслѣдователь открылъ поглощеніе почвы. На стр. 211 его «*Elemente der Agriculturchemie*» говорится:

«Экстрактъ изъ разлагающагося растительнаго вещества, при кипяченіи съ трубочной глиной, даетъ химическое соединеніе, въ которомъ растительное вещество становится труднѣе растворимо и разложимо. Чистый кремнеземъ и кремневый песокъ оказываютъ въ этомъ отношеніи слабое дѣйствіе, и та почва, въ которой по преимуществу содержится квасцовая земля и углекислая из-

Необходимо прибавить, что нашъ взглядъ вполне подтверждается нѣ-
которыми наблюденіями изъ сельскохозяйственной практики. Согласно
съ нашимъ взглядомъ, мы должны ожидать, что почвы, въ распоряженіи
которыхъ имѣются только незначительныя поглотительныя силы,
будутъ обладать и всѣми описанными свойствами только въ незначи-
тельной степени, и въ самомъ дѣлѣ, сельскохозяйственная практика
учитъ, что напр. для песчаныхъ почвъ, очень бѣдныхъ всѣми
химическими соединеніями, на которыя сводится поглотительная
способность, не можетъ быть рекомендовано слишкомъ сильное
удобреніе, но напротивъ болѣе умѣстно будетъ удобреніе слабое,
но частое, между тѣмъ какъ для почвъ тяжелыхъ рекомендуется
обратное. На песчаныхъ почвахъ легче замѣчается, такъ называемое,
выгораніе посѣва послѣ сильнаго удобрения, — поврежденіе, происхо-
дящее отъ высокой концентраціи почвенныхъ растворовъ. Съ той же
точки зрѣнія объясняется извѣстное наблюденіе, что, положенное до
мокрого зимняго періода въ легкую почву, удобреніе оказываетъ
слабое дѣйствіе, — всё подобное вполне объясняется недостаткомъ
или присутствіемъ силъ поглощенія и утверждаетъ въ насъ взглядъ
на поглощеніе почвы, какъ на весьма важный факторъ питанія
растеній при естественныхъ условіяхъ.

Вышесказанное относится къ питательнымъ веществамъ: кали,
извести, магнезін, амміаку, которыя мы всегда должны принимать
въ почвенныхъ растворахъ плодородной земли; оно относится и къ
фосфорной кислотѣ, такъ какъ и она также, освобожденная при

*вѣсть, есть именно та, которая проявляетъ наибольшую химическую энергію
въ сохраненіи удобрения. Такая земля заслуживаетъ названія богатой, потому
что растительная цѣща сохраняется въ ней долго, такъ что органы растений
могутъ ее воспринимать. Кремневый песокъ, напротивъ, заслуживаетъ названія
бѣдной почвы, которое ему обыкновенно и придаютъ, потому что растительныя
и животныя вещества, находящіеся въ такой землѣ, не притягиваются землистыми
составными частями и потому болѣе способны къ разложенію посредствомъ
дѣйствія атмосферы, или же унесенію водою.*

и тамъ же примѣчаніе А. Тэера:

*«Это замѣчено давно и въ земледѣльской практикѣ. Глина задерживаетъ въ
себѣ плодородныя, истинныя питательныя части растений; потому - то она не
легко истощается вполне. Если же она разъ обдѣлѣна этими веществами, или
если она въ неоплодотворенномъ видѣ извлечена изъ болѣе глубокихъ слоевъ,
то она, сравнительно съ песчаной почвою, требуетъ гораздо больше удобренія,
чтобы содѣлаться плодородной. Отсюда и общее правило, глинистую почву
удобрять сильно и рѣдко, песчаную же слабо, но часто.»*

вывѣтриваніи въ растворимомъ видѣ, или же внесенная ввидѣ удобрения, поглощается весьма полно. Однако химическая связь фосфорной кислоты въ большинствѣ почвъ до того полна, что очень часто нельзя найти никакихъ слѣдовъ ея въ почвенномъ растворѣ. Въ такихъ случаяхъ принятіе при помощи растворяющей силы корней *)

*) Весьма оригинальное явленіе въ историческомъ развитіи нашихъ представлений о питаніи растений въ почвѣ состоитъ въ томъ, что долгое время думали, что необходимо сдѣлаться или сторонникомъ исключительнаго принятія растеніемъ питательныхъ веществъ въ почвѣ изъ раствора, или сторонникомъ принятія питательныхъ веществъ при помощи собственной дѣятельности корня изъ т. наз. поглощеніемъ связаннаго состоянія. Весь ходъ спора, связаннаго съ этой альтернативой, представляетъ для насъ такъ мало интереса, вслѣдствіе частаго погрѣшенія спорящихъ противъ здраваго смысла, что мы не можемъ дать ему мѣста въ текстѣ сочиненія.

Либихъ въ своемъ первомъ изслѣдованіи явленій поглощенія, кромѣ отчасти новаго ихъ объясненія, о которомъ мы говорили въ прошлой лекціи, высказалъ еще и новую теорію питанія растений, и такимъ образомъ въ двухъ отношеніяхъ окончательно запуталъ весь вопросъ. По этой теоріи, которая, однако, вслѣдствіе очевидной нелѣпости, вызвала всеобщее возраженіе (см. *Landwirthschaftliche Berichte von v. Babo* 1858 стр. 1 — 13. Э. Вольф *Mittheilungen aus Hohenheim* II. 4 стр. 66; Грувентъ: *Agronomische Zeitg* 1858 стр. 469; Шумахеръ: *Landw. Versuchsst.* 1862 стр. 270) и нашла себѣ лишь нѣсколькихъ страстныхъ защитниковъ, слѣдуетъ что большинство культурныхъ растений принуждено принимать свою минеральную пищу прямо отъ почвы, и что ихъ существованіе будетъ въ опасности, они захирѣютъ и умрутъ, если бы эти составныя части имъ доставлять въ растворѣ (См. *Annal. f. Chem. u. Pharm.* T. 105 стр. 139); и прямо передъ этимъ говорится: «Еслибы сухопутныя растенія получали свою пищу изъ раствора, то они могли бы принять этаго раствора лишь столько, сколько воды испаряется чрезъ ихъ листья: и т. д.», что, какъ мы знаемъ, есть ложное положеніе. — Далѣе, по этой теоріи сухопутныя растенія питаются на счетъ поглощенно-связанныхъ питательныхъ веществъ, приходящихъ въ непосредственное прикосновеніе съ тончайшими волоконцами корней, и такимъ образомъ упускаются изъ виду главныя выгоды, представляемыя поглощеніемъ для принятія растительной пищи и изъ почвеннаго раствора.

Целлеръ (См. *Landw. Versuchsst.* 1863 стр. 40; 1864 стр. 45) и Фраассъ (*Ergebnisse Landw. Versuche u. s. w. des bair. Landw. Vereins* 24 стр. 60), въ продолженіе многихъ лѣтъ, ревностно защищали этотъ взглядъ, основываясь на опытахъ, которые, по изложеннымъ въ текстѣ причинамъ, не могли служить къ рѣшенію вопроса.

Противъ всѣхъ этихъ взглядовъ достаточно простаго замѣчанія, что способность растительнаго корня принимать пищу изъ растворовъ несомнѣнно доказана большимъ числомъ опытовъ водной и песчаной культуры, но что также точно несомнѣнно, что корень способенъ принимать и твердыя тѣла, растворимыя въ слабыхъ кислотахъ, если онъ съ ними приходитъ въ непосредственное соприко-

очевидно должно быть разсматриваемо какъ главный источникъ этого вещества для растеній, точно также, какъ эта сила корней, безъ сомнѣнїя, проявляется и при принятїи другихъ питательныхъ веществъ.

Иначе относятся остальные питательныя вещества — сѣрная и азотная кислоты. Для этихъ веществъ ни въ одномъ изъ ихъ соединеній нельзя было доказать значительнаго поглощенїя. Для азотной кислоты это было понятно, такъ какъ она не образуетъ нерастворимыхъ соединеній, для сѣрной же кислоты это должно быть объяснено тѣмъ, что при естественныхъ условїяхъ въ почвѣ нѣтъ случая для образованія нерастворимыхъ сѣрнокислыхъ солей, хотя она и можетъ давать съ тѣмъ или другимъ веществомъ, попадающимъ въ почвѣ (напр. съ окисью желѣза), трудно растворимыя основныя соли.

своенїе. Слѣдовательно нѣтъ никакого основанія сомнѣваться въ томъ, что растительный корень дѣйствуетъ въ почвѣ двоякимъ образомъ, такъ какъ необходимо принять доказаннымъ какъ существованіе почвенныхъ растворовъ, такъ и присутствіе въ почвѣ такихъ легко растворимыхъ твердыхъ веществъ. Вопросъ, слѣдов., не можетъ состоять въ томъ, имѣетъ ли мѣсто принятіе питательныхъ веществъ по тому способу, или по другому, но можетъ только состоять въ томъ, сколько принимается тѣмъ и другимъ способомъ, и въ этомъ отношеніи необходимо признать, что, имѣя въ виду неизвѣстныя прежде данныя изслѣдованія Вольфа, вычисленія показываютъ, что во многихъ случаяхъ, по крайней мѣрѣ, принятіе питательныхъ веществъ изъ растворовъ вполнѣ достаточно для объясненія фактически существующаго въ растеніи. Такимъ образомъ становится нѣсколько невѣроятнымъ, чтобы прямой дѣятельностью корней принимались значительныя количества веществъ.

Упомянутый оригинальный взглядъ, которому оставались вѣрны не только Либихъ съ своими приверженцами, но и до послѣдняго времени значительная часть нѣмецкихъ земледѣльческихъ химиковъ, долженъ былъ естественно отразиться и на способахъ анализа почвы. Потерять довѣріе должны были именно тѣ методы, которые обращали главное вниманіе при изслѣдованіи почвы на вещества, находящіяся въ легкорастворимой формѣ и потому по преимуществу переходящія въ почвенные растворы и служащія, слѣдов., для питанія растеній. Сюда относятся выщелачиваніе почвы водой, углекислой водой и слабыми кислотами.

Напротивъ, между манипуляціями химиковъ, которыя должны были служить для того, чтобъ вывести отношенія почвы къ растительности изъ свойствъ первой, изслѣдованныхъ въ лабораторїи, испытаніе поглотительной способности почвы заняло на долго, можетъ быть, слишкомъ видное мѣсто, которое, впрочемъ, и по тогдашнимъ взглядамъ, не могло дать какого нибудь представленія о богатствѣ почвы или о ея настоящемъ плодородїи, но служило только масштабомъ для измѣренія способности почвы, извлекать пользу изъ удобренія.

Для сѣрной кислоты, которая между питательными веществами, какъ кажется, только весьма рѣдко бываетъ въ *minimum'*ѣ, эта особенность не имѣетъ никакихъ дальнѣйшихъ практическихъ послѣдствій, для азотной же кислоты напротивъ; и изъ этого вытекаютъ важныя правила удобренія, которыя для удобренія азотной кислотой говорятъ приблизительно то же, что въ песчаныхъ почвахъ служить правиломъ при всякомъ удобреніи, именно: не слѣдуетъ удобрять предъ дождливымъ временемъ года, въ которое большое количество воды промываетъ и выщелачиваетъ почву, слѣд., не должно имѣть мѣсто осеннее удобреніе. Осеннее удобреніе калиевой селитрой въ большинствѣ случаевъ было бы брошенными деньгами, просто вслѣдствіе недостатка поглощаемости азотнокислыхъ солей.

Подобныя же практическія правила имѣютъ мѣсто, не смотря на значительную поглощаемость амміака, и для всѣхъ азотистыхъ удобреній, если, какъ это бываетъ въ каждой хорошей почвѣ, существуютъ условія для перехода азота органическихъ соединений и амміака въ азотную кислоту. — Однако все это вещи, о которыхъ будетъ подробно говорить въ отдѣлѣ объ удобреніи. — Здѣсь же я хочу только указать, какимъ образомъ, не смотря на непоглощаемость важнѣйшаго азотистаго питательнаго вещества, при естественныхъ условіяхъ, поглощательныя силы почвы все-таки, и при азотистомъ питаніи растенія, могутъ быть полезны. Именно необходимо имѣть въ виду, что главное количество азота почвы будетъ находиться въ ней въ формѣ нерастворимаго органическаго вещества *), такъ какъ только ничтожныя количества азотной кислоты при помощи дождя попадаютъ въ почву. По мѣрѣ того, какъ эти вещества разложениемъ и окисленіемъ переходятъ въ амміакъ, а потомъ въ азотную кислоту, эта послѣдняя можетъ ассимилироваться, такъ какъ соли ея принимаются растеніемъ весьма скоро и полно и, такимъ образомъ, вслѣдствіе поглощаемости промежуточнаго члена, потеря не должна быть столь значительна, какъ бы это казалось съ перваго взгляда. Конечно, незначительныя количества азотной кислоты почти всегда содержатся въ мокрое время года въ дренажной водѣ. Но, во всякомъ случаѣ, понятно, что при обыкновенныхъ условіяхъ, при которыхъ продукты разложенія органическаго вещества главнымъ образомъ удовлетво-

*) Если количество имѣющагося амміака въ единицу времени и меньше количества азотной кислоты (См. Кнопъ Kreisl. d. Stoffe. I стр. 124. 126.).

ряютъ потребность растений въ азотѣ, недостатокъ поглощаемости азотной кислоты не имѣетъ большого значенія. Конечно, совсѣмъ другое будетъ при искусственномъ введеніи большого количества азотно-кислыхъ солей. Потеря будетъ неизбежна, и понятно, что по возможности уменьшить эту потерю — составляетъ задачу рациональнаго удобренія.

Вообще полезное дѣйствіе поглотительныхъ силъ въ почвѣ совершенно ясно, хотя для нѣкоторыхъ веществъ онѣ и не необходимы. Силы эти составляютъ причину того, что для большей части питательныхъ веществъ почвы и нѣкоторыхъ другихъ растворимыхъ веществъ, которыя не могутъ быть названы питательными, концентрація почвенныхъ растворовъ чрезвычайно умѣряется и поддерживается долгое время на одной и той же высотѣ, не смотря на то, что съ одной стороны принятіе питательныхъ веществъ растеніемъ, съ другой — новыя количества дождевой воды стремятся постоянно измѣнять концентрацію. Поглотительная сила можетъ быть, въ этомъ отношеніи, какъ сказано, названа *дѣятельно регулирующей почвенные растворы*.

Далѣе нужно отличать другаго рода дѣятельность поглощенія, состоящую въ *удержаніи полезныхъ составныхъ частей почвы*. Но этотъ пунктъ мы должны рассмотреть еще съ большею обстоятельностью, такъ какъ въ отношеніи къ нему существуетъ много невѣрныхъ представленій. Не должно думать, что если напр., въ почву внесли растворимыя, способныя къ поглощенію удобрительныя вещества, и что если затѣмъ дождь смочитъ почву, то образуется растворъ опредѣленной концентраціи, который, по законамъ поглощенія, отдастъ часть своихъ веществъ почвѣ, остальной же растворъ безъ всякаго измѣненія пройдетъ вглубь и на извѣстной глубинѣ появится ввидѣ дренажной воды, но нужно всегда имѣть въ виду, что глубже и глубже въ почву проникающій растворъ въ каждомъ мѣстѣ проходитъ въ равновѣсіе съ окружающими его почвенными частицами, совершенно по тѣмъ же самымъ законамъ поглощенія, и такимъ образомъ всё болѣе и болѣе лишается остальныхъ, способныхъ къ поглощенію веществъ. Если, слѣдов., почвѣ, верхнимъ ея слоямъ, дано удобрение (вмѣсто удобренія, понятно, можно представить, независимо отъ воли человѣка, попавшее въ почву разлагающееся органическое тѣло), и сверху внизъ по почвѣ просачивается вода, то мы должны себѣ представлять на разныхъ глубинахъ почвы весьма различныя количества задержанныхъ поглощеніемъ веществъ и

весьма различныя концентраціи почвеннаго раствора. На верху, при данныхъ условіяхъ, нужно ожидать концентрированныя растворы и большія количества поглощенныхъ веществъ, книзу постепенно болѣе слабыя растворы и меньшія количества поглощенныхъ веществъ,—и опытъ подтверждаетъ это представленіе *). Вообще мы не имѣемъ права по концентраціи этого раствора въ какомъ либо мѣстѣ почвы, напр. въ дренажной водѣ, дѣлать заключеніе о растворахъ, находящихся въ верхнихъ слояхъ **), и т. д. Только весьма продолжительный дождь и капиллярное движеніе воды, которое играетъ значительную роль въ почвѣ, въ состояніи произвести постепенно нѣкоторое уравненіе.

Но факты показываютъ, что въ естественной почвѣ, при обыкновенныхъ условіяхъ, поглотительныя силы дѣйствуютъ такъ сильно, что такое уравниваніе можетъ происходить только медленно. Здѣсь умѣстно напомнить объ интересныхъ локализационныхъ опытахъ съ питательными веществами, которыя самымъ яснымъ образомъ указываютъ ***), что удобрительныя вещества, помѣщенные въ совершенно опредѣленные мѣста почвы, остаются тамъ не перемѣщенными долгое время, въ продолженіе цѣлыхъ вегетаціонныхъ періодовъ, что можно наблюдать на роскошномъ развитіи корневыхъ развѣтвленій въ удобренныхъ мѣстахъ. Точно также верхній слой нашихъ воздѣлываемыхъ земель, такъ называемый пахатный слой, даже тогда, когда онъ долго не удобрялся, богаче удобоусвояемыми питательными веществами растений, чѣмъ болѣе глубокіе слои, такъ

*) Шумахеру принадлежитъ заслуга впервые разъяснить это (см. Landw. Versuchsst. 1862 стр. 287).

**) Только полнѣйшее невниманіе къ этимъ обстоятельствамъ могло породить заблужденіе, что растворы, вытекающіе съ извѣстной глубины почвы, дренажныя, лизиметрическія воды, и т. под., могутъ дать понятіе о концентраціи растворовъ питательныхъ веществъ, находящихся около корней растений. Все это воззрѣніе, поддерживаемое особенно Либихомъ, Фраасомъ и Целлеромъ, и всѣ выводы изъ него опровергаются однимъ этимъ указаніемъ и наконецъ теряютъ всякое значеніе, если мы напомнимъ тотъ фактъ, что вообще только дренажныя воды текутъ, лизиметрическія же только собираются, скапливаются, когда выпадаетъ много дождя, т. е. въ такое время, когда растворы въ почвѣ, вслѣдствіе того, что имъ не достало еще времени придти въ равновѣсіе съ поглотительными силами, очень слабы (см. по этому предмету Шумахеръ Landw. Versuchsst. 1862 р. 270 и въ особ. 280).

***) См. Ноббе; Landw. Versuchsst. 1864 стр. 334 и Целлеръ тамъ же стр. 261.

называемая подпочва *). Впрочемъ, этотъ фактъ можно отчасти объяснить и съ другой точки зрѣнія, на которую совершенно справедливо часто указывали **).

Капиллярное движеніе жидкостей въ промежуткахъ почвы, которое есть слѣдствіе постоянного измѣненія, подъ вліяніемъ внѣшнихъ причинъ, количества находящейся въ ней воды, дѣйствуетъ вообще въ почвѣ, по отношенію къ количеству поглощаемыхъ и поглощенныхъ веществъ, выравнивающимъ концентрацію образомъ; но если присоединяется къ капиллярному движенію испареніе съ поверхности, то этимъ самымъ придается моментъ для накопленія веществъ, который, какъ показываютъ опыты, можетъ быть очень дѣятеленъ.

Очевидно, помощью этого процесса, *одна часть* ***) смывныхъ внизъ веществъ постоянно возвращается опять на верхъ и, слѣдовательно,

*) См. примѣчаніе въ концѣ двадцать седьмой лекціи.

**) Ср. Поллаччи: Journ. d'agricult. pratique 1862 стр. 334 и Неслеръ: Bad. Landw. Correspondenzbl. 1860 стр. 230 и loc. cit.

Опыты послѣдняго показываютъ весьма наглядно, какъ сильно поверхностное взрыхленіе почвы ограничиваетъ капиллярную проводимость, а вмѣстѣ и испареніе, и какъ, напротивъ, плотно убитая до самаго верху и слѣдовательно, вся пронизанная непрерывными капиллярными пространствами почва, вслѣдствіе весьма совершеннаго притока къ плоскости испаренія, поддерживаетъ сильное испареніе, и въ то же время на поверхности ея происходитъ накопленіе растворимыхъ частицъ. Посредствомъ сравнительнаго опредѣленія этихъ частицъ, фактъ накопленія ихъ можетъ быть легко доказанъ.

Впрочемъ, здѣсь только испареніе побуждаетъ капиллярную проводимость жидкости принять на себя роль процесса, противудѣйствующаго выравниванію, сама по себѣ капиллярная проводимость должна дѣйствовать выравнивающимъ образомъ.

Наблюденія, сдѣланныя на почвахъ маршей, цѣлыя столѣтія не получавшихъ удобренія, и состоящія въ томъ, что, не смотря на неполученіе удобренія, почвы эти въ верхнихъ слояхъ тѣмъ не менѣе не истощаются относительно извѣстныхъ веществъ (кали, фосфорная кислота), наблюденія эти представляютъ хорошіе примѣры большой дѣятельности указаннаго капиллярнаго движенія воды по отношенію къ накопленію растворимыхъ веществъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ подобное распредѣленіе веществъ не можетъ быть объяснено внесеніемъ удобренія, оставленіе же корневыхъ остатковъ никакъ не можетъ вполне объяснить наблюдаемый фактъ. См. Jahresb. d. Agricult. Chemie 1866 стр. 19.

****) Можетъ быть даже и больше, чѣмъ часть, потому что, очевидно, движеніе растворимыхъ веществъ снизу вверхъ можетъ перевернуть обратное движеніе,

онъ поддерживаетъ локализацию этихъ веществъ въ верхнемъ (пахатномъ) слое почвы и, такимъ образомъ, противодействуетъ уравниванію въ этомъ направленіи.

Изъ всего этого уже достаточно ясно значеніе поглотительныхъ силъ, для задержанія извѣстныхъ полезныхъ составныхъ частей почвы, для предохраненія ихъ отъ вымыванія. Именно эта-то дѣятельность поглотительныхъ силъ была съ самаго начала уже признана и выяснена Броннеромъ и по отношенію къ ней никогда не было разнорѣчія во мнѣніяхъ, даже во время ожесточеннаго спора о причинахъ поглощенія и способѣ принятія веществъ корнемъ. Сторонники Либиха, напр., придавали наибольшее значеніе именно этой точкѣ зрѣнія *).

Въ третьихъ, можно (также согласно съ Либихомъ) различать еще одно дѣйствіе поглотительныхъ силъ. Именно, помощью этихъ силъ нѣкоторыя важныя питательныя вещества задерживаются въ неразстворимой, но механически и химически чрезвычайно доступ-

хотя по первому направленію движется больше воды—просто потому, что вода на путѣ сверху внизъ не имѣетъ времени насытиться такъ полно, какъ это можетъ имѣть мѣсто при медленномъ капиллярномъ поднятіи. Факты, сообщенные въ предыдущемъ примѣчаніи, могутъ, пожалуй, служить основаніемъ для подобнаго воззрѣнія.

*) Изъ всего изложенія этого предмета было, кромѣ того, ясно, что, не смотря на возможность локализациі тѣлъ, способныхъ къ поглощенію, нельзя говорить объ опытахъ выращиванія съ питательными веществами въ исключительно поглощенномъ состояніи, въ смыслѣ Целлера и Негели (см. Ann. d. Chem. u. Pharm. B. 121 p. 339), а также Стомана (См. Landw. Versuchst. 1864 p. 424), не смотря на трех-недѣльное промываніе употребленнаго торфа большими количествами воды. Что поглощенныя питательныя вещества не могли быть растворены употребленными для промыванія количествами воды, доказываетъ только, что часть этихъ веществъ перешла въ чрезвычайно трудно растворимое состояніе, и если даже послѣ этой операціи мы примемъ, что концентрація оставшихся растворовъ питательныхъ веществъ ничтожна, то все-таки во время самаго опыта образующаяся въ торфѣ углекислота и другіе тому подобные процессы могутъ опять дать случай для образованія растворовъ. Это особенно относится къ опытамъ Негели и Целлера, которые задались снабженіемъ торфа питательными веществами до насыщенія его поглотительной способности, какъ будто она есть величина постоянная, и во всякомъ случаѣ доставляли растеніямъ питательные растворы значительной концентраціи. Опыты Стомана, напротивъ, кажется показываютъ, что и сравнительно большія количества питательныхъ веществъ могутъ быть ассимилированы посредствомъ дѣятельности корней.

ной *формъ* (въ очень мелко раздѣленномъ состояніи, чѣмъ облегчается переведеніе въ растворъ дѣятельностію корня). Основанная на этой дѣятельности теорія принятія веществъ нисколько не противорѣчитъ другой вышеизложенной; обѣ онѣ суть слѣдствія твердо установившихся фактовъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда водныя вытяжки почвъ показываютъ весьма малое содержаніе важныхъ питательныхъ веществъ, напр. фосфорной кислоты *), необходимо допустить, что принятіе веществъ происходитъ непосредственною дѣятельностію корня, но и при этомъ все-таки поглотительныя силы имѣютъ чрезвычайную важность. Мы можемъ себѣ представить невывѣтрѣвшіеся апатитовые кристаллики въ почвѣ въ такомъ количествѣ, что фосфорной кислоты, заключающейся въ нихъ, будетъ совершенно достаточно для растительности, покрывающей почву, но кристаллики эти расположены въ такихъ взаимныхъ разстояніяхъ, что между ними и корнями растений слишкомъ мало точекъ соприкосновенія для поступленія необходимаго количества фосфорной кислоты; понятно, что при такихъ условіяхъ растительность будетъ страдать отъ недостатка фосфорной кислоты.

Представимъ же себѣ теперь, что апатитовые кристаллики испытали преходящее раствореніе, что затѣмъ растворенныя фосфорнокислыя соли, въ прикосновеніи съ мелкоиздѣленнымъ гидратомъ окиси желѣза, углекислою известью и т. д., вслѣдствіе образованія новыхъ соединений, выдѣлились снова въ нерастворимомъ видѣ, — въ такомъ случаѣ, если эти процессы происходили въ теченіе извѣстнаго времени, развивающаяся растительность, не смотря на то, что и теперь фосфорной кислоты въ растворѣ нѣтъ, будетъ находиться въ несравненно болѣе выгодныхъ условіяхъ, чѣмъ прежде, такъ какъ распредѣленіе измѣнилось къ лучшему, поверхность соприкосновенія увеличилась, вслѣдствіе чего каждая отдѣльная частица корня получаетъ больше возможности къ прикосновенію съ фосфорнокислыми солями.

Совершенно такое же представленіе нужно составить себѣ о дѣйствіи напр. удобрения суперфосфатомъ, такъ какъ все количество растворимой фосфорной кислоты, введенное такимъ образомъ въ почву, переходитъ въ ней снова въ нерастворимое состояніе, и если внесенная въ видѣ суперфосфата фосфорная кислота оказываетъ вліяніе на раститель-

*) См. Гофманъ Landw. Versuchsst. 1863 стр. 193 и Кноппъ Kreislauf des Stoffs, II, стр. 135; напротивъ Шульце: Landw. Versuchsst. 1864 р. 409; кромѣ того смотри конецъ предыдущаго замѣчанія.

ность, не смотря на присутствіе уже въ почвѣ гораздо большихъ количествъ ея, то это можетъ быть объяснено только вышеприведеннымъ образомъ.

Въ предъидущемъ мы рассмотрѣли явленія поглощенія съ трехъ точекъ зрѣнія, и обзоромъ нашимъ мы обязаны тому обстоятельству, что, по отношенію къ нашему предмету, мы равномерно пользовались фактами, добытыми сторонниками противоположныхъ партій, оставляя безъ вниманія высказанныя ими воззрѣнія.

Изъ нашего изложенія явленій поглощенія, кромѣ того, еще ясно, что мы не обладаемъ средствами для извлеченія почвенныхъ растворовъ изъ почвъ съ обыкновеннымъ содержаніемъ влажности, а также для изслѣдованія ихъ концентраціи, и что всегда, когда задавались производствомъ такихъ изслѣдованій, или же допускали заключенія въ этомъ отношеніи, по содержанію питательныхъ веществъ въ лизиметрическихъ водахъ, — всегда погрѣшали противъ принятаго нами положенія относительности количествъ почвенныхъ растворовъ и концентрацій съ одной стороны, и величинъ поглощенія — съ другой стороны. Все, чего можно надѣяться достигнуть при болѣе близкомъ знакомствѣ съ химизмомъ явленій поглощенія, — это, на основаніи состава водныхъ экстрактовъ, приблизительно вычислить концентраціи дѣйствительныхъ почвенныхъ растворовъ, но и теперь уже мы можемъ сказать, что почвы, дающія сравнительно богатые экстракты, дренажныя и лизиметрическія воды, при прочихъ равныхъ обстоятельствахъ, должны содержать также и болѣе богатые почвенные растворы. Съ этой точки зрѣнія составъ дренажныхъ водъ имѣетъ нѣкоторый интересъ при оцѣнкѣ плодородія почвы, хотя значительное содержаніе веществъ въ дренажной водѣ въ извѣстные періоды (вскорѣ послѣ удобренія) точно также можетъ указывать и на недостатокъ поглотительной способности.

Сообщеніе хотя нѣкоторыхъ анализовъ дренажныхъ водъ будетъ, поэтому, здѣсь вполне уместно.

Крокеръ анализировалъ нѣкоторыя дренажныя воды въ окрестностяхъ Проскау и нашелъ въ 1000 частяхъ воды слѣдующія количества растворенныхъ составныхъ частей *):

*) См. Jahresh. d. Chemie, 1853, p. 742.

	1	2	3	4	5	6
Органич. вещества	0,025	0,025	0,016	0,008	0,063	0,056
Углекислой извести	0,084	0,084	0,127	0,079	0,071	0,084
Сѣрникой извести	0,208	0,210	0,114	0,017	0,077	0,072
Азотной извести	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
Углекислой магнезій	0,070	0,069	0,047	0,027	0,027	0,016
Углекислой закиси желѣза	0,004	0,004	0,004	0,002	0,002	0,001
Кали	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,006
Натра	0,011	0,015	0,013	0,010	0,005	0,004
Хлористаго натрія	0,008	0,008	0,007	0,003	0,001	0,001
Кремневой кислоты	0,007	0,007	0,006	0,005	0,006	0,005
Сумма:	0,421	0,425	0,337	0,153	0,258	0,247

1-й и 2-й столбцы представляютъ составъ дренажной воды изъ глинистой почвы съ подпочвой, содержащей известь, собранной въ разные времена; въ 3-мъ ст. составъ дренажной воды изъ той же почвы, смѣшанной съ водой изъ перегнойно-глинистой почвы; въ 4-мъ изъ другой почвы съ известью содержащей подпочвой; въ 5-мъ и 6-мъ составъ воды изъ водосточныхъ бороздъ тяжелой глинистой почвы, собранной въ разные времена, во всякомъ случаѣ не представляющей настоящей дренажной воды.

Т. Вай нашель въ цѣломъ ряду образчиковъ дренажныхъ водъ слѣдующія составныя части *) (числа отнесены къ 1000 частямъ воды):

Кали	Слѣды	Слѣды	0,0003	0,0007	Слѣды	0,003	Слѣды
Натра	0,014	0,031	0,032	0,012	0,021	0,020	0,016
Извести	0,069	0,103	0,086	0,032	0,036	0,083	0,186
Магнезій	0,010	0,033	0,035	0,006	0,003	0,013	0,036
Окиси желѣза и глинозема	0,006	0,001	0,001	—	0,019	0,005	0,007
Кремневой кислоты	0,014	0,000	0,008	0,017	0,020	0,009	0,012
Хлора	0,010	0,010	0,018	0,012	0,018	0,017	0,037
Сѣрной кислоты	0,025	0,074	0,063	0,024	0,018	0,045	0,139
Фосфорной кислоты	Слѣды	0,002	Слѣды	Слѣды	0,001	0,001	0,002
Амміака	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003

Эти и другіе анализы показываютъ весьма ясно, какъ ничтожно содержаніе этихъ веществъ въ вытекающей изъ почвы воды. Только въ рѣдкихъ случаяхъ сумма всѣхъ растворенныхъ веществъ нѣсколько превосходитъ одну тысячную, и именно: важнѣйшія питательныя вещества встрѣчаются въ дренажныхъ водахъ лишь въ самыхъ ничтожныхъ количествахъ, даже если эти воды вытекаютъ изъ почвъ, хорошо удобренныхъ.

*) Перечисленные изъ данныхъ Кюппа (Кюппъ: Kreisl. d. Stoffe. II, стр. 136).

Сами по себѣ дренажныя воды представляли бы весьма бѣдные питательные растворы. Однако, по составу ихъ, можно до нѣкоторой степени видѣть, достаточной ли концентрации растворы въ верхнихъ слояхъ почвы, или какъ они будутъ образоваться въ сухіе періоды. Какъ способъ прямого опредѣленія плодородія или же только богатства поля, по предыдущему, анализъ водъ, вытекающихъ изъ почвы, не можетъ быть примѣнимъ.

Въ началѣ послѣдней лекціи мы видѣли, что долгое время стремились къ усовершенствованію химическаго анализа почвы настолько, чтобы данныя его могли показывать производительность почвы, но что надежды на это пришлось оставить. Мы видѣли также, почему это и не могло быть иначе. Сложность условій питанія растенія въ почвѣ обуславливаетъ невозможность найти такое растворяющее средство, которое было бы въ состояніи сдѣлать то, на что способенъ корень растенія, къ чему способна химическая дѣятельность втеченіе вегетаціоннаго періода, и слѣдов. никакимъ растворяющимъ средствомъ нелзя опредѣлять количество пищи, дѣляющейся доступной для растенія втеченіе періода произрастанія.

Весьма естественно, что послѣ открытія и основательной обработки явленій поглощенія былъ поднятъ вопросъ о примѣненіи поглощенія (опредѣляя его интензивность) къ опредѣленію плодородія почвы. Уже Либихъ высказался въ этомъ смыслѣ, и съ тѣхъ поръ идея эта не покидала ученыхъ до новѣйшаго времени *).

Вопросъ этотъ, который находитъ себѣ оправданіе въ томъ, что въ поглотительныхъ силахъ мы имѣемъ дѣло съ полезными свойствами почвы, но который часто понимался очень односторонно, разрѣшается легко. Такъ какъ поглотительныя силы суть полезныя свойства почвы, то, понятно, онѣ представляютъ собою *физическіе элементы цѣнности почвы*; но такъ какъ онѣ не единственныя полезныя свойства почвы и далеко не могутъ заступитъ всѣ другія полезныя свойства, то онѣ не представляютъ собою и *единственные физическіе элементы цѣнности почвы*. Мысль о бонитировкѣ почвы только на основаніи поглощенія, т. обр., должна быть оставлена, какъ нераціональная.

Далѣе нужно замѣтить, что для того, чтобы предпринять естественно-научную бонитировку почвъ, совершенно необходимо всѣ свой-

* Бидерманъ недавно опять поднялъ вопросъ о бонитировкѣ на основаніи поглощенія (см. Landw. Versuchsst. 1869 стр. 13).

ства почвы, имѣющія отношеніе къ растительному производству, или опредѣлить прямо, путемъ опыта, или же, насколько это можно въ настоящее время, вывести ихъ дедуктивнымъ путемъ изъ экспериментально опредѣленныхъ данныхъ. Но уже въ самомъ началѣ, когда мы говорили объ анализѣ почвы, мы должны были отказаться отъ предсказанія качествъ почвы, такъ какъ мы не обладаемъ рѣшительно никакимъ средствомъ *) для опредѣленія напередъ веществъ, доступныхъ растительности втеченіе вегетаціоннаго періода. Для знанія этого важнѣйшаго изъ относящихся сюда факторовъ, опредѣленіе поглотительныхъ силъ ровно ничего не значить **), такъ какъ, если представить себѣ, что единственно доступныя вещества суть находящіеся въ поглощенномъ состояніи, чего, впрочемъ, навѣрное нѣтъ, то для опредѣленія ихъ у насъ нѣтъ средствъ.

Познакомившись съ поглотительными силами почвы, мы расширили т. обр. наши свѣдѣнія о полезныхъ свойствахъ послѣдней; тѣмъ не менѣе, вслѣдствіе того, что мы не можемъ приобрѣсти знанія другихъ свойствъ, которыя къ тому же необходимы, свѣдѣнія эти пока не имѣютъ значенія въ практическомъ отношеніи. Тоже самое можно сказать и о всѣхъ другихъ полезныхъ свойствахъ почвы, такъ какъ все-таки остается указанный большой пробѣлъ, который можетъ быть никогда не пополнится.

Въ началѣ изученія такъ называемыхъ поглотительныхъ силъ почвы, мы высказали мысль, что безъ знанія ихъ не возможно составить себѣ яснаго понятія объ отношеніи химическаго состава почвы къ ея способности питать растенія. Это предположеніе не только оправдалось, но мы въ самомъ дѣлѣ, при изученіи этого предмета, составили себѣ сносное представленіе о томъ химическомъ состояніи почвы, которое есть первое условіе ея плодородія.—Такимъ

*) Да и найти такое средство логически немисливо.

**) Напротивъ, необходимо замѣтить, что поглотительная способность нѣкоторыхъ почвъ, въ отношеніи къ извѣстнымъ веществамъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ бѣднѣе почвы этими веществами, чѣмъ они безплоднѣе. Это слѣдуетъ изъ положенія о взаимномъ замѣщеніи поглощенныхъ веществъ.

Независимо отъ этого можно сказать, что возможно болѣе энергическое поглощеніе можетъ представлять вовсе не наивыгоднѣйшій случай для цѣлей культуры, такъ какъ есть цѣлый рядъ удобрильныхъ полезныхъ непрямыхъ средствъ, дѣйствіе которыхъ состоитъ, главнымъ образомъ, въ ослабленіи поглощенія (ср. 33-ю лекцію).

образомъ мы пришли къ концу первой части нашей задачи — изученія свойствъ почвы, какъ питательницы растений, — хотя должно сознаться, что наши представленія объ этомъ предметѣ еще очень несовершенны, и надолго еще останутся таковыми, по причинѣ сложности явленій, имѣющихъ здѣсь мѣсто.

ТРИДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ.

Физическія свойства почвы.—Почвенная теплота.

Вообще, кромѣ химическихъ свойствъ почвы, отличаютъ еще физическія, которыя столько-же важны для ея плодородія. Въ послѣдней лекціи мы уже высказали, что будемъ изслѣдовать почву съ двухъ сторонъ — какъ «аппаратъ» и какъ «резервуаръ». — Такъ обыкновенно называются только что — подробно изслѣдованныя явленія поглощенія и описываются по господствующимъ возрѣніямъ, какъ физическія свойства почвы.

Оставляя въ сторонѣ явленія поглощенія, ясно также и то, что двѣ почвы, совершенно сходныя по своимъ химическимъ свойствамъ, по количеству питательныхъ веществъ, находящихся въ распоряженіи растений, могутъ весьма различно относиться къ растительности. Для послѣдней почва является не только источникомъ питанія, но также посредницей и средоточіемъ дѣлаго ряда жизненныхъ условій. Если мы припомнимъ, какія условія, кромѣ присутствія питательныхъ веществъ въ почвѣ (а обиліе ихъ зависитъ отъ химическихъ свойствъ послѣдней), безусловно необходимы для растительности, причемъ возьмемъ въ соображеніе только тѣ, которыя зависятъ отъ свойствъ почвы, а не суть атмосферныя условія произрастанія, то получимъ приблизительно слѣдующіе результаты.

Теплота, которой пользуются растения и отъ количества и равномерности которой зависитъ развитіе растительности, обуславливается не только климатическими причинами, но также и свойствами почвы. Физическое отношеніе послѣдней къ сообщаемой ей теплотѣ должно быть поэтому подвергнуто изслѣдованію.

Отъ физическихъ свойствъ почвы зависитъ также большее или меньшее поступленіе нѣкоторыхъ питательныхъ веществъ атмосфер-

наго прохожденія. Въ этомъ случаѣ главную роль играетъ вода; это уже ясно видно изъ того, что сельскіе хозяева различаютъ сухую и мокрую почвы.

Для другихъ атмосферныхъ питательныхъ веществъ такое вліяніе менѣе сильно и не заслуживаетъ особаго вниманія. Впрочемъ, количество углекислоты, которая, будучи растворена въ дождевой водѣ, ниспадаетъ на поля и вліяетъ на растительность (и химическія реакціи *) въ почвѣ), обуславливается также физическими свойствами пахатнаго слоя; сказанное отчасти относится къ азотной кислотѣ и амміаку, находящимся въ дождевой водѣ. Въ проницаемой почвѣ вода, съ растворенными въ ней веществами, относительно быстро исчезаетъ. Наконецъ, отъ физическихъ свойствъ почвы зависитъ проникновеніе кислорода къ подземнымъ органамъ растений,—безъ чего не можетъ обойтись большая часть послѣднихъ. Впрочемъ это обстоятельство не заслуживаетъ особаго разсмотрѣнія, такъ какъ тѣ свойства почвы, которыя мы называемъ *проницаеміемъ* ея, будутъ изложены совершенно по другимъ причинамъ.

Наконецъ, хотя вскользь надо упомянуть о томъ, что почва должна обладать извѣстными механическими свойствами, необходимость которыхъ уже ясна изъ характернаго укорененія воздѣлываемыхъ растений, что только въ порошкообразной массѣ корни проникаютъ и сильно вѣтвятся и притомъ приобрѣтаютъ крѣпость и необходимую устойчивость — качества необходимыя для живущихъ на открытомъ воздухѣ растений.—Впрочемъ, всё это вещи, понятныя сами по себѣ настолько, что достаточно только указать на нихъ **).

*) Строго говоря, нельзя рѣзко разграничить химическихъ свойствъ почвы отъ физическихъ при питаніи растений. Богатство почвы относительно воды регулируется, кромѣ климатическихъ условий, главнымъ образомъ, физическими свойствами почвы. Отъ количества этой воды и содержащейся въ ней углекислоты зависитъ ходъ химическихъ процессовъ въ почвѣ, а также количество и форма питательныхъ веществъ, находящихся въ распоряженіи растений. И наоборотъ. Физическія свойства обуславливаются химическимъ составомъ почвы и ходомъ химическихъ реакцій.

**) Правда, обыкновенно разсматриваютъ, кромѣ нами разсматриваемыхъ, еще цѣлый рядъ другихъ физическихъ свойствъ почвы, необходимыхъ для развитія растений. Такъ, опредѣляютъ кажущіся и дѣйствительный удѣльный вѣсъ, твердость, вязкость, расширяемость и сжимаемость при увеличеніи и уменьшеніи количества воды въ почвѣ, даже прилипаніе различныхъ почвъ къ другимъ тѣламъ. Но при этомъ поступаютъ часто на-обумъ и не думаютъ о томъ, дѣйствительно-ли существуетъ какая нибудь заслуживающая вниманія связь между этими свойствами

И такъ, въ нашемъ разборѣ физическихъ свойствъ почвы намъ придется главнымъ образомъ имѣть дѣло съ отношеніемъ ея къ *теплотѣ* и *водѣ*, причемъ мы будемъ изучать такія свойства настолько, насколько они важны для плодородія почвы.—Затѣмъ мы переходимъ къ обзорѣнію этого отношенія.

Приступая къ изслѣдованію вопроса о вліяніи различныхъ по свойствамъ почвъ на колебанія температуры, которыя испытываютъ живущія на такихъ почвахъ растенія, мы должны прежде всего припомнить зависимость произрастанія отъ температуры и обратить особое наше вниманіе на *тѣ границы ея, которыя даютъ себя чувствовать въ практикѣ сельскаго хозяйства* (преимущественно въ нашихъ широтахъ). Только опираясь на такія *реальныя* отношенія сдѣлается плодотворнымъ знаніе той зависимости, съ которой мы познакомились въ двухъ послѣднихъ лекціяхъ первой части.

Мы видѣли тамъ, что для каждаго физиологическаго процесса существуетъ высшій и низшій предѣлы температуры, которые не могутъ быть заранѣе теоретически опредѣлены и очень сильно измѣняются для различныхъ растеній; за этими предѣлами приостанавливается самый процессъ; мы видѣли далѣе, что этими-же границами обуславливается и жизненность цѣлаго растительнаго организма. Но для нашихъ климатическихъ условій, изъ двухъ крайнихъ предѣловъ температуры, имѣетъ практическое значеніе только одинъ низшій; на него то и будетъ направлено главнымъ образомъ наше вниманіе. Высшей-же границы, которая совершенно убиваетъ растительный организмъ, кажется, никогда не достигаетъ температура даже самыхъ жаркихъ странъ, и хотя можно считать вѣроятными сообщенныя и сообщаемыя наблюденія о томъ, что иногда, при естественныхъ условіяхъ, растенія нагрѣвались до такихъ температуръ, которыя были мало благопріятны нѣкоторымъ растительнымъ процессамъ, тѣмъ не ме-

и отношеніемъ почвъ къ растительности, хотя, однако, нельзя отвергать и того, что для нѣкоторыхъ свойствъ возможно показать существованіе такой связи. Дѣйствительно, нѣкоторыя изъ нихъ дѣлаютъ возможнымъ проникновеніе и распространеніе корней въ почву и принимаются въ соображеніе также при обработкѣ послѣдней и т. д., тогда какъ для другихъ нельзя замѣтить ясной и простой связи съ подобнымъ отношеніемъ почвы. Во всякомъ случаѣ, эта связь не такова, чтобы я могъ ждать большой пользы отъ теоретическаго объясненія ея. Поэтому я умалчиваю объ остальныхъ свойствахъ, а желающимъ познакомиться съ ними указываю на другія сочиненія, гдѣ на нихъ обращено вниманіе, напр. Э. Вольфа: *Anleitung zur chem. Untersuch. etc.* 1867 года, стр. 70—72.

нѣе подобные случаи такъ поразительно рѣдки въ нашихъ странахъ, сравнительно съ противоположными явленіями, что ихъ можно оставить безъ всякаго вниманія; а относительно потребности въ теплотѣ растений жаркаго климата мы имѣемъ такіа недостаточныя наблюденія, которыя не позволяютъ намъ долѣе останавливаться на возможности наступленія высшаго предѣла температуры. Вообще всюду, гдѣ, по неточному выраженію обыденной жизни, растенія погибаютъ отъ жары, причину этой гибели слѣдуетъ видѣть въ сухости, весьма чувствительной при сильной жарѣ *); мы исключаемъ, конечно, искусственно разводимыя растенія сѣверной флоры и флоры высокихъ горъ. Дѣйствительно, произведенные опыты показываютъ, что большинство растений могутъ выдерживать чрезвычайно высокія температуры, если только нагреваніе сопровождается ослабленіемъ транспираціи и тѣмъ предохраняютъ ихъ отъ высыханія.

Напротивъ, каждому извѣстно, что низшая граница температуры, полагающая предѣлъ нормальному развитію растений, встрѣчается очень часто при нашихъ климатическихъ условіяхъ.

Многія насажденія погибаютъ отъ мороза; особенно не мало примѣровъ тому могутъ привести владѣльцы фруктовыхъ садовъ и виноградниковъ; это служитъ достаточнымъ доказательствомъ того, какъ часто температура достигаетъ своего низшаго предѣла, за которымъ прекращается жизнь растений или растительныхъ органовъ. *Совершенное уничтоженіе* растений отъ холода не единственный результатъ; изъ предыдущаго слѣдуетъ, что при низкихъ температурахъ почти всѣ физиологическіе процессы ослабляются, идутъ, слѣдовательно, не съ надлежащей силой, причемъ такіа температуры, вообще говоря, наступаютъ гораздо чаще, нежели причиняющія гибель растеніямъ. Сказанное едва-ли требуетъ примѣровъ. Въ самомъ дѣлѣ, всѣ знаютъ, что въ холодные годы виноградъ не вызрѣваетъ въ средней Германіи, такъ какъ при этомъ не вполнѣ происходитъ процессъ образованія сахара. Наши хлѣбныя и другія растенія, какъ всякому извѣстно, произрастаютъ очень плохо въ холодное время, однако-же не погибаютъ совершенно; еще ранѣе было

*) Нѣкоторые случаи вреда отъ пожиганія солнцемъ культурныхъ растений не относятся, можетъ быть, къ рассматриваемой точкѣ зрѣнія; таково, напр., пожиганіе солнцемъ табачныхъ листьевъ и гроздей винограда; они скорѣе могутъ быть приписаны быстрому возвышенію температуры послѣ отѣненія другими растительными частями.

объяснено, что образованіе хлорофильныхъ органовъ и даже приростъ органическаго вещества зависитъ отъ извѣстныхъ температуръ, которыя на практикѣ часто не достигаются.

Здѣсь я считаю нужнымъ обратить вниманіе на слѣдующее: надземныя части растений, слѣдовательно, не окруженны непосредственно почвой, относительно температуры зависятъ, главнымъ образомъ, также отъ отношенія почвы къ теплотѣ, такъ какъ большую часть своей теплоты онѣ получаютъ послѣ отраженія ея почвою. Эта зависимость вытекаетъ изъ особенности той среды, въ которой помѣщаются надземные органы. Атмосферный воздухъ обладаетъ ничтожною способностью теплопоглощенія и чрезвычайно слабою теплоемкостью, а потому не имѣетъ почти никакого вліянія на нагрѣваніе находящихся въ немъ предметовъ. Впрочемъ зависимость температуры растений отъ почвы, на которой они растутъ, не настолько велика, чтобы температура ихъ обуславливалась *исключительно* ею: самыя высокія части растений во время ночнаго лученспусканія въ міровое пространство могутъ принимать довольно самостоятельныя температуры *).

Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что почвы, свойства которыхъ благопріятствуютъ высокимъ температурамъ, будутъ вообще самыми плодородными **), при равенствѣ всѣхъ прочихъ условій, такъ какъ такія почвы болѣе способны доставить растеніямъ количество теплоты, безусловно необходимое для ихъ успѣшнаго произрастанія, какова бы ни была, впрочемъ, потребность въ теплотѣ отдѣльныхъ культурныхъ растений. Намъ нужно изслѣдовать поэтому, какія почвы будутъ самыми благопріятными въ указанномъ смыслѣ, какова природа «теплыхъ» почвъ, послѣ чего мы будемъ въ состояніи рѣшить вопросъ о средствахъ для измѣненія почвенныхъ свойствъ въ требуемомъ направленіи.

Источниками теплоты почвы и живущихъ въ ней растений могутъ

*) Не нужно упускать изъ виду того, что температура почвы имѣетъ значеніе не только для растущихъ на ней растений, но оказываетъ еще и другое вліяніе на ходъ химическихъ и физическихъ процессовъ въ почвѣ, отъ которыхъ зависитъ плодородіе послѣдней. Впрочемъ этому вліянію *Мюльдеръ* придаѣть большую важность, чѣмъ слѣдовало-бы. См. его «*Chemie der Ackerkrume*», Т. III, стр. 383.

**) Относительно этого см. интересныя сообщенія *Гаспарена* и *Крѣз - Лапуа* о воздѣлываніи винограда на свѣтлыхъ и темныхъ почвахъ въ *Cours d'agriculture* 1843, Т. I, стр. 179.

быть солнечные лучи, химическіе процессы, въ ней происходящіе, и, наконецъ, еще внутренняя теплота земли.

Солнце освѣщаетъ земную поверхность и нагреваетъ ее въ различной степени, смотря по географической широтѣ даннаго мѣста и по теплопрозрачности атмосферы. Температура каждой точки земли различно измѣняется водяными и воздушными теченіями, вызываемыми стремленіемъ теплоты къ уравниванію и измѣняющими многообразно и правильно свое направленіе, вслѣдствіе конфигураціи нашей планеты и вращенія ея около своей оси. Всѣ эти факторы въ совокупности опредѣляютъ климатическую теплоту даннаго мѣста; специфическія свойства почвы пока совершенно не принимаются во вниманіе.

Наклоненіе мѣстности къ той или другой странѣ свѣта служить, какъ было уже ранѣе упомянуто *), новымъ факторомъ, лежащимъ внѣ климатическихъ условій. Южный склонъ долины **) вслѣдствіе того, что солнечные лучи болѣе приближаются къ отвѣснымъ, получаютъ на единицу поверхности большее количество теплоты, чѣмъ равнина и поля при другомъ положеніи; въ такомъ-же смыслѣ дѣйствуетъ и защита отъ холодныхъ вѣтровъ. Положеніе относительно странъ свѣта часто служитъ единственнымъ моментомъ для рѣшенія вопроса о возможности культуры нѣкоторыхъ растений ***). Поля съ южнымъ положеніемъ поэтому цѣнятся вообще гораздо выше другихъ, особенно когда хотятъ заниматься культурой растений, требующихъ сравнительно большаго количества теплоты, что подтверждаетъ вышевысказанное правило, что для полеводства и садоводства умѣренныхъ странъ гораздо опаснѣе низкія, чѣмъ болѣе высокія температуры.

Подобнымъ-же образомъ дѣйствуютъ возвышенія мѣстности, защищающія поле съ одной или нѣсколькихъ сторонъ отъ холодныхъ вѣтровъ. Наклонъ почвы къ среднему положенію солнца и защита ея отъ

*) Смотри двадцать четвертую лекцію, стр. 5.

**) Принимая, напр., сѣверное полушаріе.

***) Буссенго, впрочемъ, обращаетъ вниманіе (см. Есop. rуг., II изданіе, стр. 635) на то, что почва сѣверныхъ склоновъ швейцарскихъ и шотландскихъ горъ плодороднѣе южныхъ; это естественно объясняется болѣе сильнымъ измѣненіемъ температуры на послѣднихъ (именно тамъ, гдѣ дуютъ суровые вѣтры). Подобныя-же наблюденія сдѣланы на Гарцѣ, гдѣ лѣса на южныхъ склонахъ подвергаются гибели отъ рано наступающихъ морозовъ. По всей вѣроятности то же самое можно сказать и о болѣе южныхъ мѣстностяхъ, гдѣ температура рѣдко достигаетъ низшаго предѣла и для которыхъ надо принять въ расчетъ сильный недостатокъ въ водѣ при жгучемъ дѣйствіи на почву солнечныхъ лучей.

рѣзкихъ вѣтровъ суть специфическія свойства почвы (если не собственно пахотнаго слоя), вліяющія на ея плодородіе и которыхъ иногда стараются достигнуть искусственными средствами. — Въ странахъ, гдѣ, по физическимъ и экономическимъ условіямъ, возможна интенсивная культура винограда, нерѣдко предпринимаютъ дорого стоящую работу, съ цѣлью измѣнить наклонъ участка, а въ мѣстностяхъ съ рѣзкими, холодными вѣтрами чрезвычайно часто устраиваютъ защищающія отъ нихъ живыя изгороди.

Но, кромѣ этихъ специфическихъ свойствъ почвы, оказывающихъ вліяніе на температуру поземельнаго участка и зависящихъ отъ вида и характера мѣстности, нужно и чрезвычайно важно рассмотреть еще физическія свойства *пахотнаго слоя*, тѣмъ болѣе, что наши хозяйственные приемы и средства главнымъ образомъ направляются на измѣненіе этихъ послѣднихъ.

При прочихъ равныхъ обстоятельствахъ, во время нагрѣванія почвы солнцемъ, она тѣмъ болѣе поглощаетъ теплоты, чѣмъ меньше отражаетъ отъ своей поверхности свѣтовыхъ и тепловыхъ лучей и чѣмъ болѣе ея теплопоглощательная способность. Всѣ неотраженные лучи остаются въ почвѣ, такъ какъ она почти не обладаетъ теплопрозрачностью; теплота проводится ею очень медленно отъ одного слоя къ другому, въ противоположность воздуху, чрезъ который проходятъ тепловые лучи, не производя нагрѣванія *). Отъ этой теплопоглощательной способности почвы, громадной сравнительно съ воздухомъ, когда онъ прозраченъ и содержитъ мало водяныхъ паровъ, естественно зависитъ огромная разница между температурами почвы и воздуха, наблюдаемыми на солнцѣ. Шюблеръ, которому наука такъ много обязана за изученіе физическихъ свойствъ почвы, дѣлалъ каждый мѣсяцъ втеченіи года сравнительныя наблюденія температуръ почвы и воздуха на солнцѣ, и хотя мы имѣемъ основаніе думать, что температуры воздуха показаны нѣсколько выше дѣйствительныхъ, вслѣдствіе общепринятыхъ въ то время методовъ

*) Ничто не доказываетъ лучше этого отношенія почвы къ теплотѣ, какъ тотъ фактъ, что времена года не оказываютъ никакого вліянія на температуру слоевъ, мало удаленныхъ отъ земной поверхности. Верхніе слои постоянной температуры подъ тропиками лежатъ только на нѣсколькихъ футахъ глубины отъ поверхности земли; въ странахъ-же, близкихъ къ полюсамъ, гдѣ сильнѣе обнаруживаются различія между температурами отдѣльныхъ временъ года, эти слои лежатъ гораздо глубже; за maximum принимаютъ 80 футовъ. См. Кюна «Kreisl. d. Stoffe» I, стр. 469, а также у Бишопа: «Geologie». I, стр. 79.

измѣренія *), тѣмъ не менѣ средняя разность между температурами обѣихъ срединъ доходили до 22° С **), и какъ maximum до 30° С. Ежедневный опытъ показываетъ намъ то же самое: въ февралѣ мѣсяцѣ, часто при сильномъ холодѣ, мы наблюдаемъ сильное таяніе снѣга, и всякому ребенку извѣстно, что на солнцѣ теплѣе, нежели въ тѣни, такъ какъ наше тѣло, одежда—суть твердые предметы, обладающіе значительною способностью поглощать теплоту; а о большой разницѣ между температурами воздуха въ тѣни и на солнцѣ, само собою разумѣется, не можетъ быть и рѣчи, такъ какъ онъ отличается подвижностью своихъ частицъ. Этими-же фактами, наконецъ, объясняется большій холодъ въ верхнихъ слояхъ атмосферы.

Однако, различныя твердыя тѣла обладаютъ неодинаковой способностью поглощать теплоту. Каждый знаетъ, что если надѣтъ черный сюртукъ и выйти на солнце, то, при прочихъ равныхъ условіяхъ, ощущается большая теплота, нежели въ томъ случаѣ, когда надѣто платье свѣтлаго цвѣта. Для разныхъ почвъ можно также легко доказать ихъ неодинаковую теплопоглощательную способность, раскладывая ихъ на солнцѣ и дѣлая сравнительныя опредѣленія температуры. Правда, этотъ методъ не совсемъ точенъ, такъ какъ различныя почвы, при одинаковой способности поглощать теплоту, могутъ нагрѣваться до разныхъ температуръ только вслѣдствіе различныхъ теплоемкостей. — Впрочемъ, если взять сухія почвы или при почти одинаковомъ содержаніи воды, то разниа между ихъ теплоемкостями будетъ не настолькоъ замѣтною, чтобы она могла вліять на общій смыслъ результатовъ наблюденій.

Шюблеръ производилъ такіа наблюденія, подвергая почвы прямому дѣйствію солнечныхъ лучей, при температурѣ воздуха въ 25° С, и нашелъ слѣдующія температуры для отдѣльныхъ почвъ, взятыхъ имъ въ сухомъ состояніи:

Сѣрожелтый кварцевый песокъ	44,7°
Бѣлосѣрый " "	44,8°
Свѣтлосѣрый гипсъ	43,8°

*) Вслѣдствіе трудности избѣжать лучеиспусканія отъ твердыхъ предметовъ къ повѣшенному въ тѣни термометру; см. двадцать вторую лекцію.

**) Въ жаркихъ странахъ наблюдали наивысшую температуру почвы въ 59° — 67° С.; см. у Кюппа: «Kreisl. d. Stoffe», I, стр. 466; кроме того, Шюблеръ будто-бы наблюдалъ въ Германіи (въ Тюбингенѣ) столь же высокую максимальную температуру въ 54° R. (см. его «Grundsätze d. Agrik. - Chemie» 1830 г., II, стр. 91 и также Шпренгеля: «Die Bodenkunde etc.» 1837, стр. 300.

Тошяя глина	44,1°
Жирная глина	44,5°
Сѣрожелтая глинистая почва	44,6°
Бѣлая мелкая углекислая известь	43,0°
Чернобурый перегной	47,4°
Садовая почва	45,2°
Синеватая глина	45,0°
Почва Гофвиля	44,2°
Почва Юры	43,7°

Разница, какъ видно, не очень значительная, хотя, во всякомъ случаѣ, замѣтная. Легко видѣть, что темныя почвы нагреваются наиболѣе, а свѣтлыя—наименѣе *). Стоитъ только сравнить температуру чернобурого перегноя съ температурами гипса и углекислой извести.

Еще яснѣе видна зависимость нагреванія почвъ отъ ихъ цвѣта изъ опытовъ, сообщенныхъ *Гаспареномъ* **). Онъ бралъ различныя почвы, для сравненія покрывалъ ихъ сажей и магнезией, и въ такомъ видѣ выставлялъ на солнце. Вотъ какіе получились результаты:

Названіе почвъ.	Бѣлая поверхность.	Черная поверхность.	Разница въ температурахъ.
Кварцевый песокъ	43,25°	50,87°	7,62°
Известковый песокъ	43,25°	51,12°	7,87°
Гипсъ	43,56°	51,25°	7,75°
Глина	41,25°	48,87°	7,62°
Известковая почва	42,85°	50,50°	7,65°
Перегнойная земля	42,50°	49,38°	6,88°
Земля Юры	42,85°	50,50°	7,65°

Эти опыты яснѣе другихъ показываютъ зависимость нагреванія на солнцѣ отъ цвѣта освѣщаемой его лучами поверхности почвы, п то обстоятельство, какую, напротивъ, второстепенную роль играютъ остальные свойства почвы, — теплоемкость, теплопроводимость при нагреваніи ея. Разница въ цвѣтѣ почвъ обусловила среднее различіе

*) Я напомню также о сообщенномъ *Соссюромъ* обычаѣ жителей *Шамуни*. Желая ускорить таяніе снѣга на солнцѣ, они разсыпаютъ по своимъ полямъ черный шиферный порошокъ. Подобныя-же, хотя въ другомъ смыслѣ истолкованныя, наблюденія сообщаетъ *Зенфтъ* изъ *Рѣна*; см. *Landw. Jahresbericht*, 1867—1868, стр. 44.

**) См. его «Cours d'agriculture», 1843, Т. I, стр. 182.

температуръ болѣе, чѣмъ на 7°C , тогда какъ самое сильное отличіе между одинаково окрашенными почвами, именно при сравненіи гипса и глины съ черной поверхностію, не превосходитъ $2,33^{\circ}$.

Впрочемъ, рассматривая этотъ предметъ строго теоретически, мы должны выставить на видъ, что способность твердыхъ тѣлъ поглощать тепловые лучи зависитъ не только отъ такого, снаружи распознаваемого окрашиванія, но также обусловливается, кромѣ вещественныхъ свойствъ, не ощущаемыхъ непосредственно нашими чувствами, и механической природой поглощающей поверхности. Но, имѣя въ виду нашу специальную цѣль, должно обратить вниманіе на слѣдующее: всѣ почвы суть болѣе или менѣе порошкообразныя тѣла, обладаютъ почти одинаковой шероховатостью поверхности, и для нихъ по отношенію къ поглощенію теплоты достаточно принять раздѣленіе на *свѣтлыя* и *темныя* почвы. Эта точка зрѣнія сама по себѣ такъ понятна, что не требуетъ никакого усилія для запоминанія ея. Свѣтлое тѣло кажется намъ *свѣтлымъ* потому, что оно поглощаетъ только темныя тепловые лучи, а свѣтлыя, способные также вызывать нагрѣваніе, — отражаетъ; темное тѣло намъ кажется *темнымъ* потому, что оно поглощаетъ также и послѣдніе, употребляя ихъ на нагрѣваніе. Болѣе сильное нагрѣваніе тѣла въ послѣднемъ случаѣ, также какъ и темный цвѣтъ почвы, представляютъ только внѣшнія проявленія одного и того-же процесса.

Но температура нагрѣванія почвы не зависитъ исключительно отъ способности послѣдней поглощать теплоту, обусловливаемой главнымъ образомъ цвѣтомъ почвы, такъ какъ количество поглощенной теплоты не пропорціонально извѣстному возвышенію температуры. Последнее еще зависитъ существенно отъ 3-хъ моментовъ: *удѣльной теплоты почвы* (или отъ ея теплоемкости), *потребленія теплоты для какой-нибудь работы въ почвѣ* и *теплопроводимости*. На эти-то моменты мы обратимъ теперь наше вниманіе.

Мы уже упомянули выше, что собственно твердыя вещества почвы обладаютъ не настолькоъ различными теплоемкостями*), чтобы нѣкоторая разница въ этомъ отношеніи могла производить замѣтное

*) Относительно различныхъ теплоемкостей почвъ въ сухомъ состояніи *Пфаундлеръ* (Poggend. Ann. T. 129, стр. 102 и Jahresber. f. Agrik.-Chemie 1866, стр. 54) сообщаетъ сравнительныя цифры, изъ которыхъ оказывается, что только очень богатыя перегноемъ почвы обладаютъ предъ всѣми другими гораздо болѣею теплоемкостью; остальные-же почвы почти одинаковы въ этомъ отношеніи.

вліяніе на возвышеніе температуры при дѣйствіи солнечныхъ лучей. Въ противномъ случаѣ, вышеприведенныя цифры не могли-бы показать такъ ясно зависимости нагрѣванія отъ цвѣта почвы.

Но обратимъ вниманіе на то, что почва не состоитъ изъ однихъ твердыхъ частицъ, а всегда содержитъ въ себѣ воду въ капельно-жидкой формѣ; въ этомъ видѣ она и служитъ для растений. Вода-же отличается отъ другихъ тѣлъ особенно большою теплоемкостью. Тогда какъ почвы въ сухомъ состояніи имѣютъ среднюю теплоемкость почти равную 0,25, для воды она равна 1,00, слѣдовательно, *въ четыре раза больше*, т.-е. для нагрѣванія воды до извѣстнаго градуса потребуется въ четыре раза большее количество теплоты, чѣмъ для нагрѣванія до той-же температуры сухой почвы, и если при нагрѣваніи солнцемъ равныя вѣса воды и почвы получаютъ равныя количества теплоты, то температура первой въ четыре раза будетъ меньше температуры послѣдней.

Упомяну здѣсь мимоходомъ о томъ, что поразительное различіе между морскимъ и континентальнымъ климатами главнѣйше объясняется различнымъ отношеніемъ воды и твердыхъ составныхъ частей земли къ нагрѣванію и охлажденію: вода менѣе суши подвержена, вслѣдствіе большей теплоемкости, колебаніямъ температуры, зависящимъ отъ различнаго количества поступающей на землю солнечной теплоты.

То же отношеніе наблюдается и во влажной почвѣ; оно служитъ причиной гораздо болѣе медленнаго нагрѣванія послѣдней во влажномъ, нежели въ сухомъ состояніи, такъ какъ, при поглощеніи равныхъ количествъ теплоты, для нагрѣванія на равное число градусовъ, находящаяся въ почвѣ вода требуетъ больше единицъ теплоты, чѣмъ твердыя почвенныя частицы.

Въ этомъ-же направленіи дѣйствуетъ еще и другая причина. Мы уже упомянули, что вторымъ моментомъ дѣйствительнаго возвышенія температуры служитъ—потребленіе теплоты для какой-нибудь работы въ почвѣ. Говоря такимъ образомъ, я имѣлъ въ виду испареніе воды, которое тѣмъ сильнѣе, чѣмъ выше температура. Влажная почва нагрѣвается медленнѣе сухой не только вслѣдствіе большей теплоемкости воды, но и потому, что въ ней происходитъ потеря теплоты отъ испаренія воды, увеличивающагося съ возвышеніемъ температуры.

Опыты *Шюблера* и въ этомъ случаѣ показываютъ полное согласіе

между дѣйствительностью и теоріею. Я приведу нѣкоторые изъ полученныхъ имъ цифръ, добытыя при тѣхъ-же условіяхъ, какъ и вышеупомянутыя, т. - е. при температурѣ воздуха въ 25°С. на солнцѣ:

въ состояніяхъ		
	влажномъ.	сухомъ.
Сѣрожелтый кварцевый песокъ	37,2°С	44,7°С
Свѣтлосѣрый гипсъ	36,2°	43,6°
Жирная глина	37,2°	44,5°
Бѣлая тонкая известковая земля	95,6°	54,0°
Чернобурый перегной	39,7°	47,3°

Изъ сравненія обоихъ рядовъ цифръ *) видно, что въ то время какъ почвы въ сухомъ состояніи среднимъ числомъ нагрѣлись на 20°С выше температуры воздуха, влажныя — среднимъ числомъ только на 13° выше послѣдней. Эта замѣтная разница должна быть объяснена двумя только — что приведенными точками зрѣнія; теперь намъ становятся легко понятными выраженія сельского хозяина-практика, который называетъ мокрыя почвы вмѣстѣ съ тѣмъ и холодными, а сухія — теплыми, и очень охотно говорить о *мокро-холодныхъ* (nasskalt) почвахъ.

Эти-же цифры показываютъ очень ясно, что различія, зависящія отъ отношенія почвы къ нагрѣванію, смотря по тому, содержитъ-ли она воду или нѣтъ, *гораздо сильнѣе* различій, происходящихъ отъ цвѣта почвеннаго слоя. Влажная почва темнаго цвѣта нагрѣвается на солнцѣ менѣе быстро, чѣмъ сухая и свѣтлая, хотя первая и поглощаетъ большее количество теплоты. Въ опытахъ Шюблера бѣлая, но сухая известковая земля нагрѣлась до температуры 43°, тогда какъ темнаго цвѣта влажный перегной, при прочихъ равныхъ условіяхъ, только почти на 40°; эти цифры суть крайнія изъ всѣхъ встрѣчающихся у естественныхъ почвъ **).

Если мы при дальнѣйшихъ нашихъ изслѣдованіяхъ не будемъ ограничиваться однимъ тонкимъ почвеннымъ слоемъ, который мы представляли себѣ лежащимъ внѣ всякой связи съ глубже распо-

*) Совершенно подобныя же цифры сообщаетъ также Гаспаренъ (Compt. d'agriculture, 1843, T. I, стр. 183).

**) Выше мы видѣли большую разницу только у искусственно окрашенныхъ почвъ, по это, понятно, не можетъ вліять на наши заключенія.

женными слоями и остановимся на дѣйствительности, гдѣ поглощающая теплоту поверхность вступаетъ въ постоянный обмѣнъ теплоты съ остальною громадною массою почвы, то намъ придется заняться еще третьимъ моментомъ—*отношеніемъ почвы къ проведенію теплоты*, такъ какъ отъ него въ концѣ концовъ зависитъ не только температура земной поверхности, но и болѣе глубокихъ слоевъ, оказывающихъ еще вліяніе на растительность. — Чтобы составить себѣ представленіе объ этой теплопроводимости, намъ нѣтъ надобности обращать вниманіе на такую способность отдѣльныхъ твердыхъ составныхъ частей почвы, хотя и доказано, что, напр., различныя горныя породы проводятъ теплоту съ очень различною быстротою. Если сдѣлать періодическія наблюденія температуры, напр., на нѣсколькихъ метрахъ глубины у разныхъ горныхъ породъ, лежащихъ одна подлѣ другой при одинаковыхъ климатическихъ условіяхъ, то можно доказать, что годовыя колебанія температуры находятся на очень различной глубинѣ, а годовой максимумъ температуры достигается одной и той же глубины въ различныя времена года *).— Это служитъ достаточнымъ доказательствомъ неодинаковой теплопроводимости горныхъ породъ, что, кромѣ того, можетъ быть доказано прямыми физическими опытами. Несомнѣнно еще сильнѣе должно быть различіе между теплопроводимостію минеральныхъ составныхъ частей почвы и находящихся въ ней гниющихъ органическихъ остатковъ.

Но въ виду нашей цѣли мы можемъ не обращать вниманіе на эти специфическія различія отдѣльныхъ твердыхъ частей почвеннаго слоя и остановиться только на его пористой структурѣ и содержаніи въ немъ воды. Пористость, порошкообразное измельченіе массы сильно затрудняетъ проведеніе теплоты въ почвѣ, такъ какъ прикосновеніе отдѣльныхъ частичекъ ея въ высшей степени несовершенно, а лежащій между ними воздухъ обладаетъ слабой теплопроводимостію. Шерсть, перья и тому подобныя вещества, служащія для защиты насъ отъ быстраго охлажденія снаружи, представляются дурными проводниками теплоты, гораздо болѣе вслѣдствіе сильнаго измельченія, нежели отъ специфической неспособности отдѣльныхъ частицъ ихъ проводить теплоту. Твердая и сплошная скала, въ противоположность порошкообразной массѣ, поэтому, обладаетъ зна-

*) См. Кнопа. «Kreisl. d. Stoffe», I, стр. 468.

чительною способностью проводить внутрь поглощенную, напр., при дѣйствіи солнечныхъ лучей, теплоту, а послѣдняя, при тѣхъ-же условіяхъ нагрѣется съ поверхности на большее число градусовъ, чѣмъ подобная скала. Это различіе можетъ быть замѣчено вездѣ, гдѣ рядомъ съ гранитной скалой лежитъ разрушенный вывѣтриваніемъ гранитный песокъ. Распавшаяся, свободная масса оказывается съ поверхности нагрѣтой нѣсколько болѣе, чѣмъ сплошная скала.

Тоже самое и въ пахатныхъ земляхъ, которыя суть не что иное, какъ сильно размельченныя массы; правда, въ нихъ попадаютъ иногда довольно грубыя осколки, какъ, напр., въ щебневыхъ и хрящевыхъ почвахъ, но они не оказываютъ такого вліянія на ихъ теплопроводность, чтобы быть предметомъ нашего разсмотрѣнія.

Остается еще сказать о вліяніи воды на теплопроводность почвы, такъ какъ она, хотя въ очень различныхъ количествахъ, входитъ необходимою составною частью въ каждую плодородную почву. Вода, какъ извѣстно, сама по себѣ обладаетъ слабою способностью проводить теплоту. Въ этомъ убѣждаетъ слѣдующій простой опытъ: если на дно высокаго сосуда положить кусокъ льда, держа его неподвижно посредствомъ просверленнаго кружка, и затѣмъ налить въ него теплой воды, не приводя въ соприкосновеніе отдѣльныхъ слоевъ жидкости взбалтываніемъ, то при такихъ обстоятельствахъ ледъ таетъ очень медленно. Образующіеся внизу слои холодной воды чрезвычайно медленно нагрѣваются теплотой выше лежащихъ слоевъ, оттого и ледъ таетъ медленно. Этимъ опытомъ ясно доказывается незначительная теплопроводность воды. Но лишь только ледъ всплыветъ на поверхность нагрѣтой воды, какъ тотчасъ-же начинается быстрое таяніе его, вслѣдствіе того, что охлаждаемыя частицы опускаются на дно жидкости по своей болѣе плотноти *), а теплыя, какъ болѣе легкія, заступаютъ ихъ мѣсто; для обнаруживанія явленія послѣдняго рода нѣтъ надобности въ теплопроводности, потому что здѣсь смѣшеніе водяныхъ частицъ различной температуры и вслѣдствіе этого равномерное распредѣленіе теплоты зависитъ только отъ циркуляціи ихъ.

Оба эти опыта, вмѣстѣ съ тѣмъ, даютъ намъ возможность составить приблизительное понятіе о роли воды при распредѣленіи въ

*) Такъ какъ вода при температурѣ, довольно близкой къ точкѣ замерзанія, обладаетъ наибольшою плотностью.

почвѣ теплоты. Если почва только влажна, т.-е. всѣ водяныя частички удерживаются большой капиллярной силой, вслѣдствіе чего затрудняется ихъ циркуляція, то вода не можетъ играть замѣтной роли при распредѣленіи теплоты въ такой почвѣ. Въ этомъ влажная почва относительно распредѣленія теплоты по почвеннымъ слоямъ будетъ дѣйствовать почти какъ сухая, т.-е. какъ дурной проводникъ теплоты *). Совершенно другое дѣло въ настоящей мокрой почвѣ, гдѣ вода до нѣкоторой степени можетъ циркулировать; здѣсь уже примѣнимы выше упомянутые опыты. Если подобная мокрая почва будетъ нагрѣваться сверху, то ея нагрѣтыя водяныя частички не имѣютъ никакой причины циркулировать; онѣ находятся уже въ положеніи самомъ благопріятномъ — устойчиваго равновѣсія.

Но если почва будетъ охлаждаться сверху, вслѣдствіе-ли холоднаго вѣтра или лучеиспусканія въ міровое пространство, о которомъ мы сейчасъ будемъ говорить подробнѣе, то охлажденные верхнія частички жидкости получаютъ стремленіе опускаться внизъ, на мѣсто болѣе теплыхъ и глубже лежащихъ; вслѣдствіе этого, охлажденіе почвы будетъ чувствоваться на болѣе глубокой, чѣмъ нагрѣваніе ея, но именно потому, что при охлажденіи почвы участвуютъ большія массы частичекъ воды, въ ней не обнаруживаются такія крайности при этомъ, какъ при противоположномъ явленіи. Впрочемъ сказанное здѣсь относится только къ охлажденію до 4°C , такъ какъ съ пониженіемъ температуры за этотъ предѣлъ, вода снова начинаетъ расширяться.

Играютъ-ли указанная явленія какую-нибудь роль въ практикѣ, едва-ли можно доказать при большой сложности совершающихся въ почвѣ процессовъ; поэтому было-бы чистой потерей времени — останавливаться долѣе на этомъ предметѣ. Столь-же мало можно рѣшить, что вообще полезнѣе для культуры растений — большая или меньшая теплопроводность почвы. — Впрочемъ, мы можемъ сказать, что, при нагрѣваніи почвы солнечными лучами, теплопроводность не играетъ существенной роли, вслѣдствіе почти одинаковой спо-

*) Теплопроводность воды, по крайней мѣрѣ, сравнительно съ другими почвенными элементами, недостаточно извѣстна; во всякомъ случаѣ, она меньше, чѣмъ у минеральныхъ составныхъ частей почвы (см. *Гизенлора: Lehrbuch d. Physik*, 1860, стр. 378). Тѣмъ не менѣе теплопроводность влажной почвы больше, чѣмъ сухой, такъ какъ вода до нѣкоторой степени вытѣсняетъ частицы воздуха, обладающія наислабѣйшею способностью проводить теплоту; притомъ почва теряетъ и свою пористость.

способности различных почвъ проводить теплоту и потому еще, что вода при нагрѣваніи сверху не можетъ сколько-нибудь значительно усилить теплопроводность пахатнаго слоя; поэтому для нашей цѣли достаточно обратить вниманіе только на цвѣтъ почвы и содержаніе въ ней воды.

До сихъ поръ мы разсматривали лишь нагрѣваніе почвы вѣдствие освѣщенія ея солнечными лучами. Противоположный процессъ этому нагрѣванію — *охлажденіе* почвы сверху *черезъ лучеиспусканіе въ міровое пространство*; онъ имѣетъ такое-же важное значеніе, какъ и первый процессъ. Намъ придется и здѣсь также изслѣдовать специфическую способность отдѣльных почвенныхъ элементовъ и различныхъ почвъ терять свою теплоту вѣдствие лучеиспусканія. — Въ этомъ случаѣ мы можемъ воспользоваться физическимъ закономъ, который выражаетъ очень простую зависимость между лучепоглощеніемъ и лучеиспусканіемъ. Этотъ законъ говоритъ, что лучепоглотительная способность какого-нибудь тѣла, подъ которой понимаютъ отношеніе поглощенныхъ лучей (измѣряемыхъ по ихъ напряженности) къ падающимъ, находится въ постоянномъ соотношеніи съ лучеиспускательною (лучеотраженіемъ) того-же тѣла, такъ что два тѣла съ равнымъ лучепоглощеніемъ будутъ обладать и равнымъ лучеиспусканіемъ, *предполагая, что въ обоихъ случаяхъ производятся сравненія лучей одинаковой температуры*.

Этотъ физическій законъ, болѣе точное выраженіе котораго для насъ неинтересно, даетъ намъ право сдѣлать слѣдующее заключеніе: почвы, характеризующіяся быстрѣйшимъ нагрѣваніемъ при дѣйствіи на нихъ солнечныхъ лучей, будутъ также и быстрѣ прочихъ охлаждаться; при обратномъ процессѣ испусканія нагрѣтою почвою лучей въ холодное міровое пространство; слѣдовательно, такія почвы будутъ отличаться крайней измѣняемостью температуры, при условіи, что въ обоихъ случаяхъ принимаются во вниманіе лучи одинаковой преломляемости. Но на самомъ дѣлѣ этого условія не существуетъ: почва поглощаетъ главнымъ образомъ свѣтовые, даже ультра-фіолетовые лучи и только отчасти такъ — называемые тепловые, тогда какъ испускаетъ только лучи послѣдняго рода, обладающіе низшей температурой и меньшей преломляемостью. Въ виду этого отношенія почвы, къ ней не вполнѣ примѣнимъ указанный законъ. Тогда какъ напр., сажа поглощаетъ очень совершенно лучи всевозможныхъ температуръ и потому также совершенно и испускаетъ всевозможные

лучи, что можно ясно видѣть, наблюдая болѣе быстрое охлажденіе покрытаго сажей чайника съ горячей водой сравнительно съ полированнымъ металлическимъ,—свинцовыя бѣлила относятся совершенно пассивно къ свѣтовымъ лучамъ (что доказываетъ цвѣтъ этого вещества) и поглощаютъ чрезвычайно сильно лучи 100 градусной температуры и такъ-же быстро, какъ и сажа; отсюда простиается и характерная особенность свинцовыхъ бѣлилъ при лучеиспусканіи.

Представимъ теперь, что почва состоитъ, напр., изъ вещества, которое относительно лучеиспусканія подобно свинцовымъ бѣлиламъ *). Она очень несовершенно поглощала бы солнечные лучи, которые болѣею частію имѣютъ высокую температуру, а ночью претерпѣвала-бы чрезвычайно сильное лучеиспусканіе, такъ какъ ей пришлось бы терять лучи очень низкой температуры, т. е. темные тепловые. Взятый примѣръ ясно показываетъ, что при условіяхъ, съ которыми мы имѣемъ дѣло, невозможно безусловно пользоваться вышеприведеннымъ закономъ.

Не существуетъ настоящихъ опытовъ съ цѣлью опредѣленія величины лучеиспускательной способности почвъ, одинаково нагрѣтыхъ, но различнаго состава **); правда, сравнительную быстроту охлаждения ихъ измѣряли въ жестяныхъ сосудахъ, но при этомъ процессъ принимается въ разсмотрѣніе не лучеиспускательная способность, а теплопроводимость почвъ различнаго состава, затѣмъ ихъ теплоемкости и удѣльные вѣса, такъ какъ измѣренія относились къ равнымъ объемамъ; слѣдовательно, этотъ путь очень сложенъ и, какъ сказано, не приводитъ ни къ какому заключенію о лучеиспускательной способности различныхъ почвъ.

И въ этомъ случаѣ подобные опыты были произведены *Шюблеромъ*; изъ времени, которое потребовалось различнымъ почвамъ, нагрѣтымъ до 50°R , для охлаждения до 17°R (при комнатной температурѣ въ 13°), онъ получилъ числа (пропорціональныя этимъ временамъ), по-

*) По замѣчанію *Зенфта* (см. *Landw. Jahresbericht* 1867—68, стр. 43), по-видимому, существуютъ почвы съ совершенно противоположными свойствами: онѣ относительно быстро поглощаютъ теплоту, но медленно испускаютъ ее. По крайней-мѣрѣ, онъ указываетъ на песокъ съ гидратомъ окиси желѣза, который быстро нагрѣвается на солнцѣ, но за то будто задерживаетъ долго теплоту.

**) Хотя производство подобныхъ опытовъ съ аппаратомъ Меллони и термо-электрическимъ столбикомъ—задача легкая и благодарная.

называющія, по его выраженію, «теплозадерживательную силу» отдѣльныхъ почвъ.

Такимъ способомъ Шюблеръ получилъ, напр., слѣдующія цифры *):

Названіе почвъ.	Теплозадерживательная сила.
Известковый песокъ	100,0
Кварцевый песокъ	94,6
Гипсовая земля	73,8
Тощая глина	76,9
Суглинокъ	71,8
Чистая сѣрая глина	66,7
Мелкая углекислая магнезія	38,0
» » известъ	61,3
Перегной	49,0
Пахатная земля	70,1

Эта неодинаковая теплозадерживательная сила различныхъ почвъ не имѣетъ, слѣдовательно, никакого отношенія къ ихъ лучеиспускательной способности, такъ какъ приведенныя числа были получены при употребленіи одной и той-же лучеиспускающей поверхности жестянаго сосуда, въ которомъ помѣщались всѣ изслѣдуемая почвъ; но эти цифры даютъ намъ возможность составить себѣ представленіе о совокупномъ дѣйствіи всѣхъ остальныхъ, участвующихъ при охлажденіи факторахъ и особенностяхъ, дѣйствующихъ также и при нагрѣваніи, хотя конечно, въ обратномъ смыслѣ. Поэтому очень важно замѣчаніе, сдѣланное Шюблеромъ по отношенію къ приведеннымъ цифрамъ,—именно, что теплозадерживательныя силы различныхъ почвъ, вообще говоря, относятся такъ-же, какъ ихъ удѣльныя вѣса *). Отсюда можно заключить, что теплопроводимость и теплоемкость различныхъ почвъ, какъ это уже ранѣе было принято, не очень сильно отличаются одна отъ другой и если придать всѣмъ почвамъ одинаковую лучеиспускательную способность искусственными средствами, то нѣкоторые изъ нихъ будутъ быстрѣе охлаждаться

*) См. Шюблера; «Grundsätze der Agrik. Chemie». 1830, II стр. 86 и Шпренгеля «Bodenkunde», 1837, стр. 302.

**) Шюблера: тамъ-же, стр. 87, и Шпренгеля: loc. cit. стр. 302, хотя въ нѣсколько другихъ выраженіяхъ.

только вслѣдствіе содержанія, при равенствѣ температуры и теплоемкостей, въ меньшей массѣ меньшаго-же количества теплоты. Если же мы отнесемъ теплоемкости не къ равнымъ массамъ, какъ обыкновенно дѣлають, а къ объемамъ, то, на основаніи приведенныхъ опытовъ, окажется почти пропорціальное отношеніе между теплозадерживательной силой и вычисленнымъ такимъ образомъ теплоемкостями *). Вмеѣстѣ съ тѣмъ, послѣ краткаго размышленія, можно вывести слѣдующее: почвы съ большимъ содержаніемъ воды, которыя притомъ-же и удѣльно тяжелѣе, имѣють также и большую теплоемкость, и большую теплозадерживательную силу, чѣмъ почвы, бѣдныя водой.

И такъ, относительно *лучеиспускательной способности* отдѣльных почвъ мы не можемъ сдѣлать изъ этихъ опытовъ никакого заключенія и пока должны оставаться въ полнѣйшемъ невѣдѣніи этого предмета. Впрочемъ, мы можемъ съ большою вѣроятностью допустить, что вещества темнаго цвѣта будутъ имѣть преимущество и въ этомъ отношеніи, хотя и не въ такой степени, какъ при поглощательной способности (и испускательной) лучей высшей температуры и преломляемости.

Все сказанное до сихъ поръ объ отношеніи почвы къ теплотѣ можно формулировать такимъ образомъ: *почвы темнаго цвѣта, легкія и бѣдныя водой должны быстрее нагрѣваться на солнцѣ, но и охлаждаться будутъ также скорѣе; впрочемъ процессъ охлажденія ихъ совершается менѣе быстро (вслѣдствіе менѣе выдающейся способности веществъ темнаго цвѣта—поглощать и испускать тепловые лучи низкой температуры), чѣмъ процессъ нагрѣванія, такъ что такія почвы должны показывать наивысшія температуры. Напротивъ, свѣтлыя, удѣльно тяжелыя и богатая водой почвы на солнцѣ будутъ нагрѣваться медленно, но зато и медленно будутъ охлаждаться во время ночи. Кромѣ того, насколько можно судить, такія почвы, вслѣдствіе свѣтлаго цвѣта, лучше предохраняются отъ нагрѣванія днемъ, нежели отъ ночнаго охлажденія, а потому по одной этой причинѣ должны показывать въ среднемъ наименьшія температуры. Надо еще прибавить, что влажныя почвы подвергаются, кромѣ того, потерѣ теплоты*

*) Говоря другими словами, «теплозадерживательная сила» почвы есть не что иное, какъ теплоемкость равныхъ объемовъ послѣдней.

чрезъ испареніе воды *), которое еще болѣе понижаетъ ихъ среднюю температуру **).

На какую глубину, при различныхъ внѣшнихъ условіяхъ, простираются измѣненія температуры, это зависитъ, какъ отъ величины самыхъ измѣненій, такъ и отъ теплопроводимости почвы, причемъ надо принять въ соображеніе также и возможность циркуляціи воды.

Почвы, которыя показываютъ наивысшую среднюю температуру и притомъ наименьшія колебанія послѣдней ***), и которыя, слѣдовательно, по отношенію къ теплотѣ, наиболѣе годны для земледѣлія, сухія, темныя, высокаго удѣльнаго вѣса, каковыя: базальтовыя, меллафировыя, долеритовыя, глинисто-сланцевыя, а также песчаныя; эти свойства еще болѣе усиливаются при южномъ положеніи послѣднихъ. Практика также показываетъ, что такія почвы наиболѣе годны подъ культуру винограда, при которой надо имѣть въ виду, особенно въ нашемъ климатѣ, достиженіе возможно высокой температуры.

Почвы низкой средней температуры и съ большими колебаніями послѣдней будутъ тѣ, которыя соединяютъ темный цвѣтъ и большое содержаніе воды съ небольшимъ удѣльнымъ вѣсомъ. Къ счастью, такія почвы встрѣчаются рѣдко. Названными свойствами обладаютъ одновременно легкія, свѣтлыя и влажныя доломитовыя и сильно измельченныя известковыя почвы.

Въ предыдущемъ мы упустили изъ виду, что не при всѣхъ условіяхъ лучеиспускающей поверхностью служатъ непосредственно поверхность почвы; это новое обстоятельство производитъ нѣкоторыя измѣненія въ отношеніяхъ послѣдней къ теплотѣ; эти измѣненія очень важны для растительности и требуютъ краткаго объясненія.

Я хочу прежде всего упомянуть о вліяніи защищающаго снѣжнаго покрова. Онъ, вслѣдствіе своей огромной пористости, подобно нашей одеждѣ, служитъ дурнымъ проводникомъ теплоты и потому предохраняетъ почву отъ внѣшняго охлажденія, будетъ - ли оно зависѣть отъ сильнаго лучеиспусканія при ясномъ небѣ, или отъ холодныхъ

*) Почвы съ влажной подпочвой, въ которыхъ можетъ постоянно обнаруживаться капиллярное движеніе и испареніе воды, суть самыя холодныя.

**) Слѣдовательно, удѣльный вѣсъ вліяетъ не на среднюю температуру, а на величину колебаній послѣдней.

***) Такія почвы называются «горячими».

вѣтровъ. Такимъ образомъ, снѣжный покровъ предохраняетъ отъ вымерзанія во время очень большихъ холодовъ части растений, находящіяся въ почвѣ или хотя вышедшія изъ нея, но все-таки покрытыя снѣгомъ, напр., озимые посѣвы, которые иначе непременно-бы вымерзли. Этимъ объясняется, почему сельскій хозяинъ такъ боится наступленія морозовъ до появленія снѣга *).

Изъ сказаннаго видно, что защита, доставляемая воздѣлываемымъ полямъ снѣжнымъ покровомъ, совершенно подобна обвязыванію соломой, запашиванію въ землю и вообще покрыванію дурными проводниками теплоты; объ этихъ приемахъ въ садоводствѣ мы уже говорили выше. Я хотѣлъ бы еще разъ обратить вниманіе на то, что если всѣ эти предохранительныя средства и не могутъ надолго и вполне защитить растения отъ низкихъ температуръ, во всякомъ случаѣ такимъ образомъ устраняются всѣ быстрыя перемены температуры, а отъ этого главнѣйше и зависитъ сохраненіе растений при большихъ холодахъ **).

Нѣтъ надобности останавливаться на томъ, что большое количество навоза, разложеннаго на поверхности поля, дѣйствуетъ подобно снѣжному покрову, хотя и не въ такой степени; впрочемъ, во многихъ случаяхъ подобное средство для достиженія указанной цѣли не можетъ быть рекомендовано, такъ какъ концентрированные растворы питательныхъ веществъ, которые получали бы растения при непосредственномъ прикосновеніи съ навозомъ, вредили-бы растениямъ; да кромѣ того, надо еще принять во вниманіе цѣлый рядъ второстепенныхъ обстоятельствъ.

Кромѣ солнечной теплоты, которою почвы пользуются чрезвычайно различнымъ образомъ, надо рассмотреть два другіе, упомянутые въ началѣ этой лекціи, источника почвенной теплоты, — *теплоту, развивающуюся въ почвѣ вслѣдствіе химическихъ процессовъ, и внутреннюю теплоту земли.*

Первое мѣсто принадлежитъ теплотѣ отъ химическихъ процессовъ, которая прежде имѣла другую форму — форму химическаго на-

*) Бозе (Bozet) дѣлалъ сравнительныя наблюденія (Compt. rend., Т. 40, стр. 298) надъ теплотой почвы, покрытой и не покрытой снѣгомъ, при температурѣ воздуха на нѣсколько градусовъ ниже нуля; изъ этихъ-то наблюденій и сдѣланъ приведенный выводъ о пользѣ снѣжнаго покрова.

**) Здѣсь я ссылаюсь на сказанное въ двадцать второй лекціи.

пряженія. Между встрѣчающимися въ почвѣ веществами только одни *органическія тѣла* обладаютъ подобнымъ напряженіемъ въ значительной степени, — все равно, были-ли они скоплены въ почвѣ при естественныхъ условіяхъ, или внесены чрезъ удобреніе ея; поэтому мы и обратимъ вниманіе только на органическія вещества, изслѣдуя ихъ съ точки зрѣнія развитія теплоты въ почвѣ *). Они могутъ развивать ее двоякимъ путемъ: во-первыхъ чрезъ химическое соединеніе съ кислородомъ, собственно сгораніе. Постоянное потребленіе кислорода въ хорошей перегнойной почвѣ, — что можно доказать анализомъ почвеннаго воздуха, удостовѣряетъ насъ въ существованіи подобнаго горѣнія, а оно, конечно, должно развивать теплоту. Во-вторыхъ, теплота можетъ развиваться и безъ доступа какого-нибудь элемента атмосферы, при одномъ перемѣщеніи атомовъ органическихъ веществъ, если этимъ будетъ удовлетворяться сродство элементовъ въ большей степени, наподобіе того, какъ происходитъ броженіе безъ доступа кислорода. Такія явленія можно наблюдать, напр., въ навозной кучѣ, которая нагревается именно вслѣдствіе разсматриваемаго процесса; впрочемъ, они могутъ имѣть мѣсто только, кажется, въ томъ случаѣ, если органическія вещества представляются въ видѣ очень сложныхъ соединеній, когда они сохраняютъ ту химическую форму, въ которой встрѣчаются, въ организмахъ, и не происходятъ въ веществахъ уже разложившихся, полустѣлвшихъ, каковы перегнойныя. Поэтому только на свѣжеудобренномъ полѣ можетъ развиваться теплота вслѣдствіе указанного процесса, безъ замѣтнаго окисленія, хотя при обильномъ отдѣленіи углекислоты. Это указаніе не лишено значенія, такъ какъ такой процессъ совершается быстрее, нежели окисленіе, вѣроятно, вслѣдствіе того, что онъ еще болѣе усиливается собственнымъ развитіемъ теплоты; при немъ образуется большее количество теплоты и сильнѣе возвышается температура, чѣмъ при послѣднемъ явленіи.

Оба эти процесса, сопровождающіе разрушеніе находящихся въ почвѣ органическихъ веществъ, усиливаются при возвышеніи въ ней температуры, — слѣдовательно, чѣмъ выше послѣдняя, тѣмъ сильнѣе химическая дѣятельность почвы. Итакъ, химическіе процессы не могутъ регулировать количество содержащейся въ почвѣ

*) О сгущеніи воды, какъ источникѣ теплоты, будетъ указано въ видѣ примѣчанія, въ слѣдующей лекціи.

теплоты, они не ослабляют крайностей температуры и, при наступлении низших предѣловъ послѣдней, когда является самая сильная потребность въ теплотѣ, не обнаруживаютъ своего полезнаго дѣйствія, какъ это имѣетъ мѣсто при дѣйствіи низкой температуры на организмы высшихъ животныхъ, но они проявляются во всей силѣ только при болѣе высокихъ температурахъ и, слѣдовательно, *усиливаютъ ихъ лишь крайности*. Изъ одного этого уже ясно, что процессы окисленія и перемѣщенія атомовъ въ органическихъ веществахъ не могутъ имѣть большаго значенія, какъ источники почвенной теплоты.

Къ этому надо еще присоединить, что количество теплоты, развивающейся вследствие этихъ процессовъ, очень незначительно; органическія вещества разбросаны по почвѣ, разложение ихъ происходитъ медленно, такъ что, даже послѣ свѣжаго навознаго удобренія, въ извѣстную единицу времени развивается ничтожное количество теплоты. Наше представленіе о согрѣвающимъ дѣйствіи соотвѣствующихъ веществъ основано главнымъ образомъ на наблюденіи надъ разгораченіемъ навозныхъ кучъ и парниковъ, но здѣсь процессу разложения чрезвычайно благопріятствуетъ скучиваніе веществъ, чрезъ что, конечно, повышается и температура. Совершенно вѣрно, что одно и то же количество теплоты будетъ развиваться при распредѣленіи такой навозной кучи и на большей поверхности, какъ и при скучиваніи навоза, но въ первомъ случаѣ теплота будетъ отдѣляться медленно, мало-по-малу; но можетъ-ли быть рѣчь о замѣтномъ *возвышеніи температуры* при такомъ медленномъ теченіи процесса, при неблагоприятныхъ условіяхъ лученспусканія. Когда гниетъ въ лѣсу пень, онъ выдѣляетъ столько же теплоты, какъ при сгораніи въ печи; однако-же въ первомъ случаѣ отдѣленіе теплоты едва замѣтно, такъ какъ она распредѣляется на гораздо болѣйшій періодъ времени. Въ почвѣ существуютъ подобныя-же условія для явленій тлѣнія, только здѣсь на уменьшеніе количества теплоты болѣе дѣйствуетъ пространство, а не время. Вычислите сумму тепла, которое должно получиться отъ сгоранія внесеннаго въ почву навоза и корневыхъ остатковъ и раздѣлите это количество на цѣлый годъ и на цѣлое поле, и я увѣренъ, что на единицу времени придется очень немного теплоты *).

*) Въ пользу этого воззрѣнія говорятъ вполнѣ также измѣренія температуръ въ землѣ, произведенныхъ Петерсомъ. Опыты дѣлались такимъ образомъ, что на одни участки прибавлялись гниющія вещества, на другіе нѣтъ; см. «Jahresbericht d. Agric. Chemie», 1862—63, стр. 6.

Если, не смотря на то, все-таки говорить о согревающемъ дѣйствіи хлѣбнаго навоза, то это дѣйствіе никакъ не должно быть приписываемо химическому его въ почвѣ разложенію. Благопріятныя дѣйствія навоза съ этой точки зрѣнія заключаются въ улучшеніи физическихъ свойствъ пахотнаго слоя. Если онъ разстилается на поверхности, то онъ предохраняетъ почву отъ ночнаго лучеиспусканія, а главное навозъ дѣйствуетъ на возвышеніе температуры почвы чернымъ цвѣтомъ, который пріобрѣтаютъ всѣ тлѣющія вещества.

О *внутренней теплотѣ* земнаго шара, наконецъ, достаточно сказать нѣсколько словъ. Что такой источникъ теплоты существуетъ, сомнѣваться нельзя, и нѣтъ никакой надобности выводить его изъ плутоической гипотезы; существованіе его ясно изъ извѣстнаго опыта, что при проникновеніи вглубь земной коры всегда наблюдается постепенное, хотя и неравномѣрное, возвышеніе температуры, послѣ того, какъ перешли пунктъ, до котораго обыкновенно достигаютъ колебанія солнечной теплоты. Однако, нельзя также сомнѣваться и въ томъ, что при неблагоприятныхъ условіяхъ теплопроводимости земной коры, внутренняя теплота земли не можетъ доставлять сколько-нибудь значительной пользы растеніямъ. Къ тому же нужно прибавить, что этотъ ничтожный источникъ теплоты для всѣхъ почвъ приблизительно одинаковъ.

Можно развѣ упомянуть объ одномъ, исключительномъ случаѣ, гдѣ теплота земли, какъ слѣдствіе мѣстнаго геологическаго явленія, видимо оказывается полезной для растеній. Рассказываютъ напр. о «горящей горѣ» въ Дутвейхерѣ (подъ которой уже много лѣтъ горитъ каменноугольный флѣцъ), что на ней съ пользою занимаются искусственною выгонкою различныхъ садовыхъ растеній; нѣчто подобное, вѣроятно, бываетъ и въ другихъ вулканическихъ мѣстностяхъ. Но это во всякомъ случаѣ только исключеніе, которое однако подтверждаетъ сказанное выше.

ТРИДЦАТЬ ПЕРВАЯ ЛЕКЦІЯ.

Физическія свойства почвы. Влажность почвы.

Въ прошлой лекціи мы видѣли, что между физическими свойствами почвы, имѣющими важное значеніе для культуры растеній, рядомъ

съ отношеніемъ ея къ теплотѣ, заслуживаетъ особеннаго вниманія ея отношеніе къ водѣ. При изученіи этого послѣдняго предмета, которому мы посвящаемъ нынѣшнюю лекцію, укажемъ на нѣкоторыя параллели, существующія между отношеніемъ почвы къ теплотѣ и водѣ, что значительно облегчитъ обзоръ относящихся сюда явленій.

Какъ въ силу своихъ особенныхъ свойствъ почва способна существенно измѣнять температуру, вліяющую на произрастающія на ней растенія, такъ что мы въ правѣ различать теплыя и холодныя почвы въ мѣстностяхъ съ одними и тѣми же климатическими условіями, такъ точно самостоятельно регулируетъ она количества содержащейся въ ней воды, которую она предоставляетъ растеніямъ и пріобрѣтаетъ такимъ образомъ названія *мокрой* или *сухой* почвы, въ мѣстностяхъ съ совершенно одинаковымъ количествомъ выпадающей влаги.

И въ этомъ послѣднемъ случаѣ необходимо отличать нѣсколько совершенно различныхъ факторовъ, изъ совмѣстнаго дѣйствія которыхъ слагается отношеніе почвы къ водѣ, какъ цѣлое.

Эти факторы суть: *гигроскопичность*, *водоємкость*, *капиллярность* и *водопроницаемость*.

Гигроскопичность почвы, которая тождественна съ сгущающею (водяной паръ) способностью, названная *Шюблеромъ водоудерживающею* силой *) и обозначаемая различными названіями, смотря по тому, измѣрялась ли она при выдѣленіи воды или принятіи послѣдней, есть *полезное свойство*, такъ какъ оно проявляется только въ случаѣ дѣйствительнаго недостатка воды въ почвѣ, и слѣдовательно дѣйствуетъ регулирующимъ образомъ.

Очень много есть твердыхъ тѣлъ, которыя обладаютъ въ весьма различной степени способностью осаждать на своей поверхности въ видѣ капелькой жидкости газообразную воду и удерживать ее съ извѣстною силою отъ наступающаго испаренія. Мы не задаемся здѣсь изученіемъ образа дѣйствія этой силы; достаточно замѣтить, что гигроско-

*) *Гейденъ* (см. *Düngerlehre*) смѣшиваетъ водоємкость съ водоудерживающею способностью, что повлекло къ ложнымъ выводамъ, о которыхъ сейчасъ будетъ рѣчь. Смѣшивать эти двѣ способности почвы тоже самое, что смѣшивать поглощеніе теплоты съ удѣльною теплотою. То же самое встрѣчаемъ и у *Мюльдера* въ его: *Chemie der Ackerkrume*, а также и у *Гаспарена* въ: *Cours d'Agriculture* 1843 г. Т. I., стр. 164.

пическое притяженіе воды, имѣющее значеніе для почвы, есть дѣйствіе поверхности и потому можетъ принимать значительные размѣры только въ пористыхъ тѣлахъ. Сгущенная такимъ образомъ въ пористыхъ тѣлахъ вода относится совершенно также, какъ и вообще вода, удерживаемая въ силу волосности и можетъ быть напр. изъ почвы принята корнями растений, какъ и вода, попавшая въ маленькіе почвенные промежутки отъ дождя или поливки.

Справедливость этого экспериментальнымъ путемъ легко доказать при помощи весьма простаго опыта. *Сакс* *) показалъ, что растенія въ горшкахъ можно долгое время поддерживать тургесцирующими безъ всякой поливки, если выбрать гигроскопическую землю и помѣстить ее въ насыщенную парами воды атмосферу, оставляя внѣ ее воздушную часть растенія. Не смотря на значительную при этомъ величину испаренія, потребленная такимъ образомъ вода можетъ быть покрыта сгущеніемъ почвою водяного пара, хотя, можетъ быть, развитіе растеній и не будетъ вполне совершенно **). Последнее, впрочемъ, можно полагать, относится только къ нашимъ туземнымъ растеніямъ, очень нуждающимся въ водѣ и испареніи; у растеній же бездождныхъ странъ, подобное [восприниманіе] воды, можетъ быть, вполне ихъ удовлетворяетъ ***).

Вычисленія, кромѣ того, показали, что количество дождя, которое напр. въ нашихъ климатахъ, выпадаетъ на поверхность поля и которое далеко не все идетъ въ пользу растеній, представляетъ величину значительно меньшую, чѣмъ количество воды, испаренной растеніями съ той же поверхности, а это означаетъ, что почва нашихъ полей постепенно проявляетъ указанную сгущающую дѣятельность, и проявляетъ ее даже съ большею силою, чѣмъ испареніе изъ нея воды, такъ какъ иначе потеря воды преобладала бы. *Гейденъ* считаетъ въ среднемъ для Германіи количество воды ****), выпадающей на 1 прусскій моргенъ въ продолженіи года, равнымъ $2\frac{1}{2}$ милліонамъ фунтовъ (по наблюденіямъ на прусскихъ метеорологическихъ станціяхъ); изъ этого количества часть теряется, уходя въ грунтъ (по *Паркеру* въ дренированныхъ почвахъ 33—37% уходитъ чрезъ дрены). По даннымъ

*) Handbuch der Experimental.-Physiol. стр. 174.

**) См. тамъ же.

***) Смотри объ этомъ ниже.

****) Причемъ, впрочемъ, роса не принимается въ расчетъ.

*****) Его ученіе объ удобреніи, *Düngerlehre*, I стр. 183—185.

Лооза и Шюблера *) разные культурныя растенія на одномъ и томъ же моргенѣ испаряютъ отъ $4\frac{1}{4}$ —9 мил. фунтовъ воды, такъ что, если и считать эти числа до нѣкоторой степени неточными, все же остается еще значительный дефицитъ, который еще больше долженъ увеличиться, если принять во вниманіе, что вода, выпадающая въ зимнее время, почти совсѣмъ не участвуетъ въ испареніи чрезъ растенія.

Изъ результатовъ вышеописаннаго опыта Сакса и этихъ вычисленій слѣдуетъ, что гигроскопичность **) почвы, даже и въ нашихъ богатыхъ атмосферными осадками климатахъ, есть одинъ изъ факторовъ доставленія воды растеніямъ, другими словами, это свойство есть одинъ изъ элементовъ плодородія почвы ***).

Итакъ, намъ важно знать, при какихъ условіяхъ дѣйствуетъ гигроскопичность почвы, и въ этомъ отношеніи необходимо замѣтить, что гигроскопическое притяженіе проявляется только на очень малыхъ разстояніяхъ, и что, поэтому, въ средѣ, гигроскопическія части которой окружены уже толстыми водяными оболочками, не можетъ быть и рѣчи о проявленіи гигроскопичности.

Отсюда слѣдуетъ, что только сухія среды, только сухія почвы, на сколько онѣ вообще обладаютъ гигроскопичностью, могутъ сильно притягивать влагу. Только довольно сухія почвы, съ одной стороны, будутъ

*) См. у Гейдена стр. 185. Сравни также Шлейдена: Für Baum und Wald 1870 стр. 46.

**) Возвышеніе температуры, необходимо имѣющее мѣсто при всякомъ сгущеніи, происходящемъ въ почвѣ, практически не имѣетъ особеннаго значенія, какъ источникъ теплоты, по крайней мѣрѣ на этотъ предметъ еще не обращали вниманія (можетъ быть по причинамъ, указаннымъ въ слѣдующ. прим.).

***) Отъ внимательнаго читателя не ускользнетъ, что изложенное въ текстѣ напоминаетъ нѣкоторымъ образомъ *perpetuum mobile*, что въ каждомъ мыслящемъ человѣкѣ должно возбудить серьезное сомнѣніе въ правильности изложеннаго. Въ самомъ дѣлѣ, мы говоримъ, что сухая земля сгущаетъ въ себѣ воду изъ воздуха, что сгущенная вода переходитъ въ корни растеній, затѣмъ испаряется чрезъ листья и снова сгущается землей, не давая себѣ отчета о той силѣ, которая поддерживаетъ этотъ круговоротъ. Въ самомъ дѣлѣ, подобное разсмотрѣніе должно привести къ заключенію, что необходимо должна существовать разниа между наружнымъ положеніемъ испаряющихъ листьевъ и сгущающей земли, чтобы слѣдовать такое отношеніе возможнымъ, и что эта разниа исключительно сводится на вліяніе солнечнаго свѣта на листья и тѣни надъ ними на землѣ. Саксъ, какъ мы это видѣли, могъ повторить этотъ процессъ съ растеніемъ въ горшкѣ, только сдѣлавъ воздухъ, окружающій землю, богаче парами воды, чѣмъ воздухъ, въ который листья испаряли. Или же вычисленныя величины испаренія растеніями слишкомъ велики и перевѣшивающаго сгущенія воды почвой вовсе нѣтъ?

обладать способностью извлекать воду из влажнаго воздуха и сгущать ее въ себѣ, и только эти же почвы способны остающіеся еще въ сухой атмосферѣ водяныя оболочки задерживать и тѣмъ предохранять ихъ отъ испаренія. Съ этой точки зрѣнія гигроскопичность почвы можетъ быть только *полезна* для растительности *), такъ какъ она проявляется только тогда, когда уже наступилъ значительный недостатокъ влажности въ почвѣ и никакъ нельзя себѣ представить условій, при которыхъ бы, вслѣдствіе гигроскопичности, могъ накопиться вредный для растений избытокъ влаги **).

Теперь необходимо рѣшить вопросъ: какія составныя части обыкновенной почвы обладаютъ этими водосгущающими силами? Отвѣтъ на этотъ вопросъ позволить намъ составить себѣ понятіе о способности разныхъ почвъ сгущать въ своихъ порахъ воду и препятствовать ея испаренію.

Способность разныхъ почвенныхъ составныхъ частей и различныхъ видовъ почвъ сгущать воду была также прежде всего опредѣлена Шюблеромъ ***), способомъ, о которомъ можно сказать только то, что равныя по вѣсу количества сухой земли были помѣщаемы въ почти насыщенную парами воды атмосферу и затѣмъ опредѣлялась прибыль въ вѣсѣ. Найденныя числа, переведенныя къ 1000 вѣсовымъ частямъ почвы, были слѣдующія:

Виды почвы послѣ	12	24	48	72 часовъ
Кварцовый песокъ...	0	0	0	0 вѣсовыхъ частей
Известковый песокъ .	2	3	3	3 »
Гипсъ (землистый) ..	1	1	1	1 »
Углекислая известь (порошкообразная)	26	31	35	35 »
Тошная глина.....	21	26	28	28 »
Суглинокъ	25	30	34	35 »

*) Гейденъ очень ошибается, полагая, что почва съ средней водоудерживающею силою, подъ которою онъ понимаетъ противоѣдѣствіе почвы высыханію, лучше всего для растительности, такъ какъ онъ имѣетъ въ виду при этомъ водоемкость, а не гигроскопичность.

**) Полезность гигроскопичности почвы признавалась еще Дени, и этотъ изслѣдователь высказалъ даже мнѣніе, что это свойство почвы представляетъ хорошій масштаб ея плодородія. (См. Мюльдеръ *Chemie der Ackerkrume* III p. 366).

***) См. Шюблеръ (*Grundsätze der Agrik.-Chemie* 1830 II стр. 81) и Шупенгель: *Bodenkunde* 1837 стр. 295.

Чистая сѣрая глина.	37	42	48	49	вѣсов. частей.
Перегной	80	97	110	120	» »
Пахатная земля	16	22	23	23	» »
Садовая земля	35	45	50	52	» »

Цифры эти показывают *), какъ различна гигроскопическая способность различныхъ составныхъ частей почвы. Кварцъ вообще не обладаетъ замѣтною способностью сгущать на своей поверхности воду; въ самой высокой степени эта способность присуща перегнойнымъ веществамъ, чѣмъ и объясняется большая водосгущающая сила почвъ, богатыхъ перегноемъ, какъ напр. садовой земли. Далѣе, чистая глина и глинистыя земли съ большою силою притягиваютъ воду. Числа Шюблера въ то же время показываютъ, какъ важно въ этомъ отношеніи размельченіе земли и величина поверхности. Достаточно обратить вниманіе на громадную разницу между цифрами, соответствующими порошкообразной извести и известковому песку, чтобы понять, что размельченіе играетъ почти такую же роль, какъ и специфическія силы притяженія отдѣльныхъ веществъ. Большія количества воды, сгущаемыя глиной и глинистыми почвами, нужно приписать, главнымъ образомъ, размельченности такихъ почвъ, обусловливаемой самымъ ихъ происхожденіемъ **).

Позднѣе Кнопъ ***)) изслѣдовалъ поглощательную способность очень различныхъ веществъ и установилъ зависимость ея отъ температуры. Онъ сдѣлалъ вѣроятнымъ, что эта способность возрастаетъ приблизительно пропорціонально квадратамъ градусовъ температуры, если отсчитывать отъ точки кипѣнія внизъ, такъ что для каждаго вещества есть постоянная величина, которая, будучи помножена на квадратъ температуры (измѣренной даннымъ способомъ), указываетъ на количество поглощенной при этой температурѣ влаги.

*) Подобные же, только менѣе общіе результаты, получилъ Троммеръ (см. Гейдена: *Düngerlehre* I стр. 186). Далѣе у Мейстера очень много цифръ для почвъ, которымъ сдѣланъ механическій анализъ (см. *Jahresh. f. d. Agr.-Chem.* 1859—60 стр. 43 и 44).

**) Определенная такимъ же путемъ поглощательная очень малая способность гипса послужила къ опроверженію прежде ходячей гипотезы о дѣйствиіи гипса въ почвѣ, будто онъ служитъ для притяженія влажности изъ воздуха. Ср. Шпренгеля *loc. cit.* стр. 295.

***)) Ср. *Landw. Versuchst.* 1864 стр. 281 и *Kreislauf d. Stoffe* II стр. 15.

1000 вѣсовыхъ частей почвы изъ Меккерна конденсир. влаги:

при	20° R	9,4	вѣсовыхъ части.
	18 »	8,9	» »
»	15 »	10,6	» »
»	10 »	13,4	» »

Таже почва, послѣ отсыва отъ нея хряща и крупнаго песка:

при	23° R	14,5	вѣсовыхъ части.
»	20° »	18,9 *)	» »
»	19° »	16,8	» »
»	16° »	19,0	» »
»	16° »	19,7	» »
»	15° »	17,4	» »
»	14° »	19,6	» »
»	14° »	20,0	» »

Послѣ удаленія крупныхъ частей поглонительная способность, какъ это можно было предвидѣть, значительно увеличилась.

1000 частей по вѣсу русскаго чернозема стущаютъ воды:

при	23° R	62,6	вѣсовыхъ части.
»	20° »	65,0	» »
»	19° »	57,6	» »
»	16 »	62,8	» »
»	16 »	68,2	» »
»	15 »	70,0	» »
»	14 »	70,3	» »
»	14 »	66,4	» »

Эти числа **) вполне согласуются съ числами Шюблера: они указываютъ на ничтожную стущающую способность песчаной почвы и

*) У Кнопа вмѣсто этого числа по ошибкѣ стоитъ 15,0.

**) Гейденъ преспокойно вычисленные Кнопомъ квадратные корни изъ востоянныхъ величинъ стущенія, определенныхъ имъ (независимо отъ температуры), соединяетъ въ табличкѣ, какъ стущенныя количества воды, и не замѣчаетъ, что числа эти въ 200—500 разъ меньше, чѣмъ слѣдуетъ имъ быть, и что они прямо противорѣчатъ приведеннымъ имъ же раньше Шюблеровымъ и Троммеровымъ даннымъ. Такъ же точно не замѣчаетъ онъ, что эти псевдо-результаты совершенно расходятся съ положеніемъ Кнопа, что стущающая способность уменьшается съ повышеніемъ температуры, положеніемъ, красующимся тутъ же рядомъ!!!

значительную почвы перегнойной, каковъ русскій черноземъ. Они указываютъ кромѣ того на фактъ экспериментально новый, но который по теоріи можно было предвидѣть, а именно, что поглотительная способность съ повышеніемъ температуры уменьшается. Извѣстно и на основаніи законовъ механической теоріи теплоты легко объяснимо, что всякое явленіе поглощенія, или конденсаціи, отъ какихъ бы силъ оно ни зависѣло, при возвышеніи температуры, должно все болѣе и болѣе затрудняться *).

Рядомъ съ результатами этихъ опытовъ надъ сгущающей способностью различныхъ почвъ и ихъ отдѣльныхъ составныхъ частей слѣдовало бы привести результаты опытовъ, относящихся къ противоположному явленію, при которомъ однако проявляется та же самая водопривлечивающая сила отдѣльныхъ срединъ.

Здѣсь опять Шюблеръ производилъ опыты и притомъ (что для насъ особенно важно) надъ тѣми же веществами, которыя служили ему при опытахъ надъ сгущающею способностію. Прежде сообщенія его цифръ, необходимо, однако, прежде всего уяснить себѣ, что послѣднія не должны непременно вытекать изъ цифръ для сгущенія, не смотря на то, что въ сущности, въ обоихъ явленіяхъ проявляется одна и та же сила **). Шюблеръ такъ измѣрялъ сопротивленіе, которое оказывали разныя почвообразныя среды, что все земли насыщаль

*) Дальнѣйшее заключеніе Кюона, — что количество сгущенной воды не зависитъ ни отъ какихъ другихъ причинъ, а слѣдовательно и отъ влажности атмосферы, не можетъ считаться вполне доказаннымъ сообщаемыми имъ очень не точными цифрами, или развѣ только въ самыхъ тѣсныхъ предѣлахъ, тѣмъ болѣе, что полная независимость немислима теоретически. Во всякомъ случаѣ однако и доказанная степень независимости указываетъ на то, что въ сгущающей способности мы имѣемъ дѣло съ весьма значительными силами.

Сообщенныя числа также недостаточно подтверждаютъ законъ $Z = \frac{P}{T_2}$, такъ какъ величина постоянная Z колеблется для почвъ въ отношеніи 15: 19, для древеснаго же угля какъ 10: 14 — уклоненія, которыя не уничтожаются и отъ извлеченія корней изъ этихъ постоянныхъ съ цѣлю уменьшенія разностей. Эта послѣдняя операція, не оправдывающаяся, по моему мнѣнію, выводами на стр. 286 Versuchst. 1864, дѣйствительно не принесла ничего, кромѣ упомянутой ошибки Гейдена.

**) Эта уже прежде упомянутая и совершенно очевидная связь между сгущающей способностью и водоудерживающей силой очень часто оставалась безъ вниманія; впрочемъ Мюльдеръ говоритъ о ней (см. его *Chemie der Ackerkrume* III, стр. 365).

до такой степени водою, что даже самыя гигроскопическія изъ нихъ не могли удерживать ее всю. Отсюда слѣдуетъ, что *часть* воды могла изъ всѣхъ земель испаряться съ одинаково малымъ сопротивленіемъ и что полученныя такимъ образомъ числа должны были имѣть больше сходства между собою, чѣмъ полученныя при опытахъ со сгущеніемъ. Далѣе, испытуемыя относительно величины испаренія земли не всѣ получали одинаковыя количества воды, а однѣ болѣе, другія менѣе соотвѣтственно ихъ водоемкости; обстоятельство, вліяющее на точность поводовъ. Наконецъ, какъ это мы скоро ближе увидимъ, для испаренія воды особенно важное значеніе имѣетъ способность почвы приводить капиллярно воду къ испаряющей поверхности, на что тоже должно быть обращено вниманіе при подобныхъ опытахъ, если испытуемое вещество не разравнивается въ видѣ очень тонкаго слоя.

Однимъ словомъ въ цифрахъ Шюблера, показывающихъ испареніе, мы имѣемъ дѣло съ результатами нѣсколько болѣе сложнаго явленія, одинъ изъ элементовъ котораго представляетъ водопритягивающая сила, — совершенно подобно тому, какъ выше оказалось сложнымъ явленіемъ лучеиспусканіе. Тѣмъ не менѣе мы приводимъ цифры Шюблера, такъ какъ онѣ почти единственныя, относящіяся къ занимающему насъ предмету, да кромѣ того, онѣ показываютъ довольно ясно отношенія испаренія къ сгущающей способности.

Числа, найденныя Шюблеромъ, суть *):

Роды земель.	Изъ 100 частей поглощенной воды въ 4 часа испарили при 15° R.	Сгущеніе.
Перегной	20,3	120
Углекислая известь (порошокъ)	28,0	35
Чистая сѣрая глина	31,9	49
Пахатная земля	32,0	23
Суглинокъ	45,7	35
Тошчая глина	52,0	28
Гипсъ (земля)	71,7	1
Известков. песокъ	75,9	3
Кварцов. песокъ	88,4	0

Для сравненія я въ таблицѣ привелъ также числа, указывающія

*) См. Шюблеръ (Grundsätze der Agrik. - Chemie 1830 II p. 77) и Шюблеръ (Bodenkunde 1837 p. 292).

количества воды, сгущаемая 1000 частями тѣхъ же самыхъ веществъ и сравненіе обоихъ рядовъ цифръ указываетъ совершенно ясно (не смотря на вліяніе указанныхъ причинъ), что онѣ находятся между собою въ обратномъ отношеніи, т.е. что почвы удерживаютъ воду тѣмъ съ большею энергіею, чѣмъ больше ихъ сгущающая для воды способность, фактъ, совершенно объяснимый теоретически *).

Итакъ, основываясь на экспериментальномъ доказательствѣ **), помощью двухъ различныхъ способовъ, мы можемъ сказать, что водопритягивающая сила различныхъ почвъ тѣмъ больше, чѣмъ больше почва содержитъ глинистыхъ и особенно перегнойныхъ частицъ, или также, чѣмъ мельче она, чѣмъ больше въ ней собственно мелкозема. Чистый песокъ и хрящъ, безъ мелкихъ частицъ, не обладаютъ вообще въ сколько-нибудь значительной степени водопритягивающей силой ***), и почвы, главнымъ образомъ состоящія изъ этихъ послѣднихъ матеріаловъ, совсѣмъ не могутъ снабжать растенія въ сухое время водой, и вообще будутъ очень склонны къ высыханію. Что такое отношеніе почвы даже во влажныхъ странахъ совершенно неблагоприятно для растительности, представляетъ одну изъ причинъ безплодія, — не подлежитъ сомнѣнію ****).

*) Если расположить различныя почвы по ихъ способности удерживать отъ испаренія воду и сравнить этотъ порядокъ съ тѣмъ, въ которомъ онѣ расположены по ихъ сгущающей способности, то не окажется почти никакой разницы.

**) См. также числовыя данныя Мейстера касательно водоудерживающей силы (Jahresbericht der Argik.-Chemie 1859—60 стр. 41). Впрочемъ, изъ сравненія этихъ данныхъ съ сгущающей способностью тѣхъ же самыхъ почвъ не такъ ясно обнаруживается причинная связь обоихъ явленій. См. наконецъ, Вильгельмъ: Jahresbericht fur Ahrk.-Chemie 1862—63 стр. 21.

* *) Какъ согласить представленіе о подобной почвѣ съ утвержденіемъ, что, по произведеннымъ вычисленіямъ, растенія испаряютъ гораздо больше воды, чѣмъ сколько имъ можетъ быть доставлено метеорными осадками, пока ничего нельзя сказать. Разъясненія должно ожидать отъ опытовъ, которые вообще должны уяснить главу о значеніи сгущающей способности почвы для растительности.

****) На основаніи опытовъ Сакса, доказавшихъ, что растенія изъ почвъ, обладающихъ большимъ притяженіемъ къ водѣ, не могутъ извлечь содержащуюся въ нихъ воду до такого малаго остатка, какъ изъ почвъ, обладающихъ малымъ притяженіемъ (ср. Jahresb. d. Experim. Physiol. стр. 173). На основаніи этихъ опытовъ, можно было бы подумать, что водопритягивающая сила почвы не имѣетъ особеннаго значенія для растеній; она самую почву поддерживаетъ въ нѣсколько болѣе влажномъ состояніи, но вслѣдствіе этого сгущенная или предохраненная отъ испаренія вода не поступаетъ въ растеніе, но, напротивъ, удерживается отъ поступленія въ растеніе. Съ этой точки зрѣнія вся водопритягивающая сила,

Кромѣ водопритягивающей силы, при разсмотрѣніи отношенія почвы къ водѣ, мы должны обратить вниманіе на *водополюстительную силу* или *водоемкость*. Какъ водопритягивающая сила соотвѣтствуетъ поглощенію теплоты, такъ водоемкость соотвѣтствуетъ удѣльной теплотѣ, теплоемкости.

Водоемкость почвы не есть сила въ тѣсномъ смыслѣ слова. Силы принимаютъ участіе въ этомъ свойствѣ лишь на столько, на сколько предполагается существованіе прилипанія между частичками воды и почвы, т.-е. что, по законамъ физики, сила притяженія между частицами почвы и частицами воды на половину больше притяженія, существующаго между частицами воды. Но это предположеніе, кажется, всегда бываетъ въ дѣйствительности въ почвахъ, такъ какъ онѣ всѣ безъ исключенія проницаемы водою, хотя волосное притяженіе и можетъ имѣть различную величину.

Изъ этого слѣдуетъ, что водоемкость, т.-е. количество воды могущее быть удержаннымъ единицею объема почвы, такъ что вода эта не стекаетъ съ нея (почвы), зависитъ только отъ суммы капиллярныхъ пространствъ въ единицѣ объема такой почвы *).

Всякая, не содержащая большихъ обломковъ, земля, но состоящая изъ одного мелкозема, обладаетъ только такими капиллярными пространствами, и даже промежутки между болѣе крупными зернами

казалось бы, не имѣетъ никакого значенія для растительности, такъ какъ то что Саксъ говоритъ о значительныхъ количествахъ воды, находящейся въ распоряженіи растенія на суглинистыхъ и перегнойныхъ почвахъ, относится исключительно къ большой водоемкости этихъ почвъ (въ противоположность песку).

Однако мы имѣемъ основаніе предполагать, что перегнойная или суглинистая почва, и тогда еще, когда содержитъ остатки воды, удержанной отъ перехода въ растеніе, обладаетъ большимъ притяженіемъ къ водѣ, чѣмъ при тѣхъ же условіяхъ почва песчаная и такимъ образомъ скорѣе, въ силу своей сгущающей способности, сгуститъ воду и передастъ ее растенію,—вопросъ, который можетъ быть рѣшенъ экспериментально повтореніемъ опыта Сакса (см. стр. 174 его руководства) съ различными почвами. Если бы при этомъ не оказалось никакого существеннаго различія, то вся глава о водопритягивающей силѣ почвы должна бы была принять другой видъ.

Принимая въ соображеніе возможность послѣдняго, мы избегаемъ односторонности. Вильгельмъ, на основаніи своихъ опытовъ, склоненъ признавать безполезною сгущающую способность почвы.

*) Теоретически совершенно вѣрно здѣсь слѣдующее возраженіе: капиллярное пространство не есть нѣчто абсолютное, но величина его опредѣляется капиллярными силами, и слѣдовательно и при полномъ смачиваніи эти специфиче-

песка нужно разсматривать почти всё какъ капиллярныя. Водоемкость, слѣдовательно, если имѣть въ виду землю просѣянную, освобожденную отъ камешковъ, исключительно зависитъ отъ механической структуры и тождественна съ разностью между удѣльнымъ вѣсомъ земли какъ цѣлаго и отдѣльныхъ почвенныхъ частицъ, такъ какъ этой разностью выражается сумма пустыхъ и отдѣльныхъ ея промежутковъ (правда измѣренная вѣсомъ частицъ земли). Для полученія абсолютныхъ цифръ нужно было бы еще эту разность раздѣлить на удѣльный вѣсъ частицъ земли *). Если бы земля была непористой массой, то указанная разность равнялась бы нулю и о водоемкости не могло бы быть и рѣчи; но чѣмъ многочисленнѣе маленькіе почвенные промежутки, тѣмъ больше количество воды, которое можетъ удержаться землею.

Но намъ извѣстно, и мы говорили объ этомъ въ прошлой лекціи, что разница между этими обоими удѣльными вѣсами и сумма маленькихъ пустыхъ пространствъ тѣмъ больше, чѣмъ больше измелчено тѣло **), что слѣдовательно водоемкость земли существенно обуславливается ея размельченіемъ ***).

И по этому вопросу Шюблеръ производилъ сравнительные опыты и сообщилъ слѣдующія числа:

скія капиллярныя силы должны имѣть значеніе для водоемкости. — Однако, здѣсь нужно напомнить, что капиллярныя пространства собственно мелкозема слишкомъ малы, такъ что не могутъ быть разсматриваемы какъ таковыя и для болѣе слабыхъ силъ, и что большія пространства между кусочками хряща и т. д., также и для болѣе интенсивныхъ силъ не представляютъ капиллярныхъ пространствъ, тогда какъ въ естественныхъ почвахъ, кажется, болѣе ощущается недостатокъ въ промежуткахъ средняго просвѣта, для которыхъ разница въ силѣ сцепленія (*Adhäsionskräfte*) какъ разъ имѣла бы значеніе.

*) Водоемкость γ такой почвы была бы, по обыкновенному способу выраженія, равна разности между удѣльнымъ и абсолютнымъ вѣсомъ, раздѣленной на первую величину.

**) Предполагая, что это размельченіе идетъ во всѣхъ возможныхъ направленіяхъ и при этомъ происходитъ совершенно случайная и неправильная поверхности излома. Раздробленіе на правильные и соприкасающіеся многогранники, конечно, не имѣло бы вліянія на удѣльный объемъ.

***). Нѣкоторыя составныя части почвы обладаютъ способностью, при смѣшеніи съ водой, принимать студенистое свойство; они должны имѣть нѣкоторое вліяніе на водоемкость. Къ такимъ веществамъ принадлежатъ нѣкоторыя изъ перегнойныхъ, а изъ минеральныхъ составныхъ частей вѣроятно цеолиты и значительная водоемкость перегнойной и глинистой почвы зависитъ отчасти также и отъ содержанія въ ней означенныхъ веществъ.

Почвы.	Кубическій футъ мокрой земли содержитъ воды *).	
Кварцовый песокъ	27,3	фунта
Известковый песокъ	31,8	»
Глисъ въ земистой формѣ	27,4	»
Углекислая известь (порошокъ).	47,5	»
Тошная глина	38,8	»
Суглинокъ	41,4	»
Чистая сѣрая глина	48,3	»
Перегной	50,1	»
Пахатная земля	40,8	» **).

Къ сожалѣнію, невозможно рядомъ съ этими цифрами выставить разности между истиннымъ и кажущимся удѣльнымъ вѣсомъ, такъ какъ данныя Шюблера не допускаютъ, въ этомъ отношеніи, никакихъ вычисленій, но конечно этимъ путемъ мы пришли бы къ тѣмъ же самымъ цифрамъ ***).

Приведенныя данныя однако совершенно ясно показываютъ, какъ возрастаетъ водоемкость съ увеличеніемъ размельченія, отъ котораго зависитъ сумма капиллярныхъ пространствъ. Перегнойныя кислоты, чистая глина, совершенно мелкая углекислая известь, соотвѣтственно ихъ мелкораздробленности, удерживали больше всего и почти одинаковыя количества воды, откуда, кромѣ того, съ большою ясностью выходитъ, что специфическое притяженіе воды въ водоемкости не играетъ никакой роли, такъ какъ углекислая известь, сравнительно съ перегнойными кислотами, можетъ конденсировать только очень незначительныя количества воды помощью специфическихъ силъ притяженія. Соотвѣтственно этому пески, изъ какого бы вещества они ни состояли, задерживали относительно малое, но приблизительно равное у всѣхъ ихъ, количество воды.

*) См. Шюблеръ loc. cit. II стр. 65. Въ опытахъ Шюблера употреблялась сухая земля. Впослѣдствіи Шульце (Journal für Landwirthschaft 1862 стр. 367) для этой цѣли бралъ землю, высушенную на воздухѣ, и вообще во многомъ отступалъ отъ способа изслѣдованія Шюблера. Далѣе см. данныя Мейстера (Jahresber. d. Agrik. Chemie 1869—60 p. 40).

**) Если привести эти числа къ единицѣ вѣса, какъ это дѣлаютъ Центеръ и Мульдеръ (см. послѣдняго Chemie der Ackerkrume стр. 366—268), то получится весьма неясная картина.

***) Конечно, влѣдствіе измѣненій объема при смачиваніи, не совершенно къ тѣмъ же самымъ (см. Шюблеръ, II стр. 64).

Необходимо далѣе обратить вниманіе на то, что водоемкость различныхъ почвъ и ихъ составныхъ частей, совершенно соотвѣтственно сравнительно малому увеличенію промежутковъ при дальнѣйшемъ раздробленіи *) вещества, различается довольно мало: отношеніе различныхъ величинъ въ maximum'ѣ достигаетъ только 1:2 **), что опять совпадаетъ со сдѣланными уже объясненіями.

Что касается отношенія водоемкости къ плодородію почвы, то здѣсь нельзя повторить сказанное о водоприятгивающей силѣ. Последняя могла быть разсматриваема какъ регулирующая сила, которая дѣйствуетъ, когда почва слишкомъ суха, и когда слѣдовательно прибавленіе къ ней новаго количества воды или уменьшеніе ея испаренія можетъ быть полезнымъ. Водоемкость вовсе не дѣйствуетъ регулирующимъ образомъ и выражаетъ только то количество воды, которое почва можетъ принять въ себя изъ дождя, и, очевидно, большая водоемкость почвы будетъ вредно дѣйствовать въ мѣстностяхъ сырыхъ и въ дождливое время года, и наоборотъ полезно въ сухихъ мѣстностяхъ или въ сухое время года. Будетъ ли водоемкость благотворное или вредное свойство почвы, — это зависитъ отъ вѣшнихъ случайныхъ обстоятельствъ.

И въ самомъ дѣлѣ, бѣглый взглядъ на требованія, предъявляемыя практикомъ почвъ, показываетъ, что въ различныхъ мѣстностяхъ любимы очень различныя свойства почвы. Если посмотрѣть на дѣло ближе, то окажется, что преимущественно водоемкость служитъ причиной различія въ мнѣніяхъ и желаніяхъ, хотя они и не выражаются ясно и опредѣленно, напротивъ замаскировываются темной терминологіей сельско-хозяйственной практики. Если въ сырыхъ и холодныхъ мѣстностяхъ предпочитается легкая песчаная почва, а въ сухихъ и жаркихъ напротивъ самая тяжелая, то понятно, это зависитъ не отъ капризовъ, но только отъ выгодъ или невыгодъ, доставляемыхъ боль-

*) Это отношеніе весьма ясно обнаруживается также въ опытахъ Ценгера (Mulder, *Chemie der Ackerkrume* III p. 368), которые показываютъ, что песокъ и еще нѣкоторыя земли увеличиваютъ свою водоемкость, если ихъ растирать и отмучивать, тогда какъ въ веществахъ уже и безъ того пористыхъ, какъ напр. торфяная мелочь, этого не замѣчается.

**) Очевидно это имѣетъ значеніе только при равныхъ объемахъ, при равныхъ вѣсовыхъ количествахъ разности будутъ гораздо больше; однако онѣ только кажущіяся и не имѣютъ никакой связи съ отношеніемъ почвы къ растительности.

шей или меньшей водоемкостью при различныхъ вѣшнихъ условіяхъ *).

Чтобы все это намъ уяснить, необходимо еще поближе посмотреть на вредъ отъ избытка, или недостатка воды въ почвѣ. Вредное вліяніе очень большой сухости почвы на растительность очевидно, такъ какъ намъ извѣстно изъ нашихъ изслѣдованій въ первой части этого сочиненія громадное и многостороннее значеніе воды для растительности. Вода не есть только питательное вещество растений, но представляетъ въ то же время необходимое средство для передвиженія большей части всѣхъ другихъ питательныхъ веществъ; поэтому нѣтъ надобности говорить еще что-либо о вредѣ для растений отъ сухости почвы.

Послѣ того тѣмъ болѣе страннымъ на первый взглядъ кажется возможность вреда отъ избытка воды. Мы знаемъ, что наши культурныя растения, не говоря уже о болотныхъ, могутъ отлично развиваться въ надлежащихъ водныхъ растворахъ, гдѣ, слѣдовательно, корни находятся исключительно въ соприкосновеніи съ капельною жидкостью и гдѣ твердыхъ землистыхъ частицъ вовсе нѣтъ.

Но не трудно понять, что въ такомъ питательномъ растворѣ существенно другія условія, чѣмъ въ почвѣ, пресыщенной водой; здѣсь все вниманіе экспериментатора направлено къ тому, чтобы устранять вредныя вліянія, проявляющіяся безпрепятственно въ почвѣ, пресыщенной водою. Вредныя вліянія, о которыхъ только-что упомянуто, обуславливаются свойственною мокрымъ почвамъ *низкою температурой*, всегда вредною для растительности въ холодныхъ мѣстностяхъ и при культурахъ, требующихъ много тепла, затѣмъ *большою разжиженностью растворовъ питательныхъ веществъ въ почвѣ*, о чемъ слѣдуетъ сказать нѣсколько словъ.

Въ 29-й лекціи, когда рѣчь шла о поглонительной способности, мы сказали, что она дѣйствуетъ *) какъ регуляторъ концентраціи почвенныхъ растворовъ, что чѣмъ больше воды попадаетъ въ почву, тѣмъ больше веществъ (насколько они вообще подвержены поглоще-

*) Мюльдеръ (loc. cit. III p. 377) весьма ясно указываетъ на относительную полезность этого свойства почвы въ различныхъ климатахъ, однако и онъ не смѣшиваетъ сгущающую способность съ другими способами водоснабженія почвы, между тѣмъ какъ тутъ - то и нужно обращать вниманіе на сдѣланное нами различіе.

**) См. стр. 109 и слѣд.

нію) изъ нераствореннаго состоянія переходить въ растворъ. Но тогда же мы не замедлили прибавить, что дѣйствіе это не полное, что все-таки растворы въ почвѣ тѣмъ слабѣе, чѣмъ больше въ ней воды, какъ это слѣдуетъ изъ цифръ, вычисленныхъ для отношенія между величиною поглощенія и количествомъ воды. Далѣе мы знаемъ изъ опытовъ водной и песчаной культуръ, что не всякая концентрація растворовъ питательныхъ веществъ соотвѣтствуетъ требованіямъ растений и что не можетъ подлежать никакому сомнѣнію, что эти растворы будутъ слишкомъ слабы въ почвахъ, насыщенныхъ водою. Итакъ мы нашли и другую причину возможности вреда слишкомъ большой водоемкости почвы.

Но это еще не все. Въ почву, постоянно насыщенную водою, всѣ поры которой наполнены водою, такъ что ихъ (поръ) не остается для циркуляціи воздуха,—и нѣтъ сомнѣнія, что почва съ большою водоемкостью болѣе склонна къ такому состоянію, чѣмъ рыхлая песчаная,—въ такую почву доступъ кислорода, въ большей или меньшей степени, прегражденъ. И если, можетъ быть, мы и не имѣемъ права утверждать, что количество кислорода, такимъ образомъ уменьшенное, будетъ недостаточно для корней растений (которые, какъ всѣ вегетирующія части растенія дышать), на томъ основаніи, что есть много растений, хорошо произрастающихъ при указанныхъ условіяхъ, то тѣмъ не менѣе мы можемъ сказать, что большинство нашихъ культурныхъ растений страдаютъ въ мокрой почвѣ по другимъ причинамъ. Въ почвахъ, пропитанныхъ водою, разложеніе органическихъ веществъ принимаетъ совсѣмъ другое направленіе, нежели въ хорошо провѣтриваемыхъ. Образуются такъ—называемыя кислыя перегнойныя вещества, еще не достаточно изученныя химически, причемъ соли окиси желѣза возстановляются въ соли закиси; однимъ словомъ, наступаетъ цѣлый рядъ еще мало изслѣдованныхъ химическихъ измѣненій, какъ мы это встрѣчаемъ напр. въ болотистыхъ почвахъ, о которыхъ мы съ увѣренностью можемъ сказать только, что онѣ не выносятся большинствомъ нашихъ культурныхъ растений.

Изложенныя явленія въ практикѣ очень хорошо извѣстны. Лугъ, нѣкоторые мѣста котораго продолжительное время бывають пропитаны водою, показываетъ на такихъ мѣстахъ совсѣмъ другую растительность, узнаваемую уже издали, и которая, по свойствамъ почвы, произведшей ее, получила названіе «кислой» (кислыя травы). Этими травами, кормовое значеніе которыхъ ничтожно, слѣдовательно не вредитъ такое свойство почвы. Точно также изъ культурныхъ расте-

ниі произрастають рисъ и сахарный тростникъ на такой болотистой почвѣ, пропитанной водою; всѣ же другія воздѣлываемыя нами растенія не выносятъ такой почвы, физиологическая причина чего въ настоящее время неизвѣстна. Когда мы будемъ говорить о непроницаемости почвы, мы еще разъ вернемся къ этому предмету.

Изъ предъидущаго слѣдуетъ прежде всего, что избытокъ воды въ почвѣ можетъ дѣйствовать вредно, что слѣдовательно выгодность свойства почвы—вполнѣ насыщаться водою во время дождей, сомнительна, что при этомъ необходимо играютъ роль климатическія условія и мѣстное положеніе, и что, наконецъ, такимъ образомъ оправдывается относительность практическаго сужденія, отдающаго преимущество почвѣ то однихъ, то другихъ свойствъ, смотря по сухости, или сырости, теплотѣ, или холоду мѣста *).

Дальнѣйшее отношеніе почвы къ водѣ есть *капиллярная водопроводимость* почвы, полнѣйшій аналогъ теплопроводимости, но имѣющій гораздо больше значенія для практики, чѣмъ теплопроводимость. Капиллярная водопроводимость, называемая также волосностью или водовсасывающею силою, измѣряется скоростью, съ которою высушенная земля, наполняющая трубку, открытую снизу, приведенная въ соприкосновеніе съ водою, всасываетъ послѣднюю до извѣстной высоты, или же измѣряется высотой, достигаемою водою въ такой трубкѣ въ опредѣленное время или же максимумомъ поднятія воды.

Если мы сообразимъ, отъ какихъ причинъ зависитъ эта скорость капиллярнаго восхожденія и высота поднятія воды, то уже напередъ вполнѣ основательно можемъ предсказать, что капиллярная водопроводимость у различныхъ почвъ будетъ различна. Физика учить насъ, что высота, до которой поднимается жидкость въ системѣ капиллярныхъ трубочекъ, а также и скорость, съ которою происходитъ это поднятіе, опредѣляется двумя величинами: специфическими капиллярны-

*) Здѣсь нужно еще напомнить объ одномъ обстоятельствѣ, указанномъ Мюллеромъ, именно, что почва съ небольшою водоемкостью болѣе пропускаетъ воду, и такимъ образомъ доставляется большая возможность для вымыванія ея. Обстоятельство это должно было бы представлять моментъ, дѣйствующій въ обратномъ смыслѣ, чѣмъ какъ это изложено въ текстѣ, такъ какъ послѣдствіе этого обстоятельства именно въ мѣстностяхъ, богатыхъ дождями, почва съ малою водоемкостью была бы вредна. Впрочемъ въ большинствѣ случаевъ указанное обстоятельство не имѣетъ особеннаго значенія.

ми силами притяженія *) жидкости къ твердому тѣлу и ширинною системы капиллярныхъ трубочек **).

Хотя всѣ твердыя почвенныя составныя части проницаемы водою и смачиваются ею ***), но силы притяженія къ послѣдней у нихъ естественно очень различны, равно и капиллярныя пространства въ пахатныхъ земляхъ, смотря на крупности или мелкости ихъ частицъ, неодинаковы. Такимъ образомъ способность проводить жидкости измѣняется, смотря по химическому или механическому составу почвъ.

Такъ оно и есть въ дѣйствительности. Множество опытовъ произведенныхъ съ разными почвами, показали какъ нельзя лучше громадныя различія въ капиллярной ихъ водопроводимости. Слѣдующія данныя Мейстера ****) подтверждаютъ сказанное.

Почвы.	Высота поднятія воды.						
	черезъ	1/2 час.	5 1/2 час.	6 1/2 час.	21 1/2 час.		
Глинистая почва.	340	»	1100	»	1150	»	2000
Перегной.	400	»	1100	»	1140	»	1770
Садовая земля.	290	»	950	»	980	»	1610
Кварцовый песокъ	440	»	920	»	970	»	1170
Торфяная почва.	260	»	500	»	570	»	1140
Песчаная » 	450	»	620	»	660	»	900
Гипсовая » 	120	»	400	»	400	»	820
Мѣловая » 	60	»	330	»	540	»	700

Изъ этихъ чиселъ видно, что глинистымъ почвамъ свойственна

*) Которыя не должно смѣшивать съ гигроскопическими силами.

**) Высота поднятія жидкости въ трубкѣ равна постоянной обусловливаемой только жидкостью и веществомъ трубки и могущей быть рассматриваемой, какъ ихъ специфическое капиллярное притяженіе, раздѣленное на радіусъ трубки (круглаго сѣченія).

***) Условіе смачиванія состоитъ въ томъ, что притяженіе между частицами жидкости и частицами твердаго тѣла больше половинъ притяженія между частицами жидкости. Смачиваемость есть первое условіе для того, чтобы было возможно капиллярное проведеніе, слѣдовательно оно обусловливается не какою либо абсолютною силою притяженія, но существующимъ отношеніемъ двухъ силъ притяженія. Ртуть обладаетъ значительнымъ капиллярнымъ притяженіемъ къ стеклу, но такъ какъ указанное отношеніе, вслѣдствіе значительнаго молекулярнаго притяженія между частицами ртути, меньше половины, стекло ею не смачивается и столбикъ ртути въ стеклянной трубкѣ понижается.

****) loc. cit. стр. 42.

наибольшая способность капиллярной водопроводимости *), затѣмъ приближаются къ ней перегнойныя и песчанныя почвы, и наконецъ гипсовыя и мѣловыя обладаютъ этой способностью въ наименьшей степени **). Вмеѣстѣ съ тѣмъ изъ приведенныхъ чиселъ ***)) вытекаетъ весьма интересный фактъ (объясненіе котораго вслѣдствіе незначительнаго числа опытовъ пока трудно), что скорость поднятія воды, при одинаковой окончателъной высотѣ, для различныхъ почвъ весьма различна. Въ кварцевомъ пескѣ и песчаной почвѣ поднятіе послѣдовало относительно весьма быстро, въ торфѣ же и мѣловой почвѣ напротивъ очень медленно.

Къ сожалѣнію, при всѣхъ этихъ данныхъ относительно водовсасывающей силы мы имѣемъ дѣло одновременно съ обоими обусловливающими явленіе моментами, съ веществомъ, проявляющимъ свое специфическое капиллярное притяженіе къ водѣ, и съ шириною промежутковъ. А это обстоятельство не позволяетъ сдѣлать ясное представленіе, насколько дѣйствуетъ здѣсь одинъ моментъ, и насколько другой, и препятствуетъ высказать что-нибудь опредѣленное о капиллярности того или другаго химическаго вещества, представляющаго собою составную часть почвы. Чтобы получить въ этомъ отношеніи ясное представленіе, можно посоветовать экспериментировать съ различными веществами, послѣ того, какъ они освобождены, при помощи ситъ, отъ

*) Строго говоря, надо отличать капиллярное проведеніе, когда капиллярныя пространства наполняются водой отъ проведенія воды, когда капиллярныя пространства наполнены воздухомъ и только частички почвенныя облечены тонкими слоями жидкости. Послѣдній способъ проведенія Саксъ называетъ гигроскопическимъ (См. Landwirth. Versuchsst. 1860 стр. 8). Хотя этотъ послѣдній случай встрѣчается гораздо чаще перваго въ естественной почвѣ, тѣмъ не менѣе о немъ нечего особенно распространяться въ текстѣ, такъ какъ изъ прекрасныхъ опытовъ Несслера (Nessler Bad. lanwirt. Correspondenzblatt 1860 стр. 217—248) видно, что оба явленія управляются одними и тѣми же силами, чего и слѣдовало ожидать по теоріи. Поэтому выводы, сдѣланные въ текстѣ, дѣлкомъ относятся и къ этому такъ назыв. гигроскопическому движенію воды. При будущихъ опытахъ надъ проведеніемъ воды, однако, необходимо имѣть въ виду двойственность этого явленія, что, безъ сомнѣнія, приведетъ къ устраненію существующихъ еще въ настоящее время неясностей. Пока рекомендуемъ указанную работу Несслера всякому, желающему знать объ этомъ предметѣ больше, чѣмъ здѣсь сказано.

**) Впрочемъ Вольфъ получилъ числа, которыя окончателъно расходятся съ приведенными (см. Вольфъ Anleitung zur chemischen Untersuchung. 1867, стр. 66).

***) См. опыты Визельгема Jahresbericht für Agricultur-Chemie 1862—3 стр. 20.

всѣхъ частицъ большихъ или меньшихъ одной опредѣленной величины, причемъ, не смотря на возможную все-таки разницу въ величинѣ частицъ, могутъ быть получены приблизительные результаты. Такимъ образомъ можно было бы скоро получить понятіе объ относительной водопроводимости отдѣльныхъ составныхъ веществъ почвы, тоже могло бы быть достигнуто по отношенію къ проводимости одного и того же вещества при различной степени его механическаго раздѣленія, и тѣмъ же путемъ, примѣняя различныя сита *).

Познакомившись, насколько это возможно, со способностью различныхъ почвъ проводить воду въ ихъ капиллярныхъ промежуткахъ, намъ надо теперь разсмотрѣть способъ дѣйствія этого свойства почвы и рѣшить, когда и при какихъ условіяхъ должны мы на него смотрѣть, какъ на полезное или вредное свойство.

Капиллярная водопроводимость, очевидно, будетъ имѣть мѣсто только въ томъ случаѣ, когда, вслѣдствіе какой-нибудь внѣшней причины, содержаніе воды въ отдѣльныхъ слояхъ почвы будетъ различно, такъ какъ она только и состоитъ въ уравниваніи этого различія. Поводъ къ неравномѣрному распредѣленію воды въ почвѣ при естественныхъ условіяхъ обыкновенно дается сверху. На почву ниспадаютъ атмосферные осадки, промачивающіе верхніе слои, или почва сверху высыхаетъ и такимъ образомъ эти слои первыми лишаются воды. Пропитываніе почвы водой изъ влажной подпочвы есть явленіе болѣе рѣдкое, высыханіе же снизу окончательно немислмо.

Посмотримъ, какъ въ этихъ возможныхъ случаяхъ должна дѣйствовать различная способность проводить воду. Если дождь падаетъ на пашню, которая проводитъ очень медленно воду, послѣдняя не скоро проникаетъ въ землю, а обыкновенно растекается по поверхности, какъ это можно наблюдать на кучахъ шоссейной пыли при разбрасываніи этой пыли ногой. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр. въ климатахъ сухихъ, гдѣ приходится заботиться болѣе всего о томъ, чтобы изъ дождя извлечь возможно больше пользы, такое свойство почвы будетъ дѣйствовать вредно. Она можетъ быть сравнено въ данномъ

*) Для тѣхъ изъ этихъ веществъ, которыя можно имѣть въ видѣ пластинокъ, каковы: известковый шпатъ, гипсъ, кварцъ, можно бы имѣть болѣе точные результаты, опредѣляя высоту поднятія жидкости между такими двумя пластинками, расположенными одна отъ другой на разстояніи, доступномъ измѣренію.

случаѣ въ слабою водоемкостью почвы, откуда виденъ и относительный его предѣ. Впрочемъ пахатныя земли никогда не доводятся до такой рыхлости, какъ шоссейная пыль, а поэтому въ нихъ и быть не можетъ такой худой водопроводимости. Послѣ этого бесполезно было бы указывать на такія почвы, которыя бы, будучи сильно намочены сверху, внутри были бы совершенно сухи.

Совсѣмъ иначе слѣдуетъ смотрѣть на почвы съ малою водопроводимостью, если на нихъ сверху дѣйствуетъ засуха. Тогда сохнуть скоро верхніе слои. А такъ какъ въ такихъ почвахъ снизу вверхъ только медленно проходитъ вода, то онѣ гораздо дольше въ своихъ низшихъ слояхъ могутъ противостоять засухѣ. Здѣсь, слѣдовательно, малая водопроводимость оказывается въ высшей степени полезною, такъ какъ въ такихъ случаяхъ о вредномъ избыткѣ воды не можетъ быть и рѣчи. Такимъ образомъ, во время дождя на способность почвъ хорошо проводить воду слѣдуетъ смотрѣть, какъ на очень полезное свойство, и развѣ только въ странахъ влажныхъ можетъ быть наоборотъ, но въ періодъ засухи предпочтительнѣе въ почвахъ малая способность проводить воду.

Такимъ образомъ мы въ первый разъ встрѣчаемся съ случаемъ, что одно и то же свойство почвы на одномъ и томъ же мѣстѣ можетъ быть и полезно, и вредно. Отсюда прямо можно заключить, что почвъ съ идеальными свойствами нѣтъ. Но есть возможность, какъ это страннымъ ни кажется на первый взглядъ, направлять сильную и слабую водопроводимость почвы такимъ образомъ, чтобы она была полезна какъ въ дождь, такъ и въ засуху. Это кажущееся противорѣчіе разрѣшается поверхностнымъ разрыхленіемъ хорошо проводящей воду почвы. Чрезъ разрыхленный слой дождь легко проникаетъ въ землю, не вслѣдствіе капиллярной силы, а просто вслѣдствіе силы тяжести, до глубокихъ слоевъ, а здѣсь уже дѣйствуетъ капиллярность. Совсѣмъ иначе бываетъ при засухѣ. Почвенная вода снизу вверхъ можетъ достигать только капиллярною силою. А такъ какъ въ верхнихъ слояхъ, вслѣдствіе ихъ разрыхленія, дѣйствіе этой силы невозможно, то почва съ поверхности высыхаетъ, но зато изъ нижнихъ твердыхъ почвенныхъ слоевъ вода не достигаетъ до испаряющей поверхности *).

Такимъ путемъ дѣйствительно удастся регулировать содержаніе воды въ пахатныхъ земляхъ такъ, что во время дождя почвы хорошо

*) Что разрыхленные поверхности меньше испаряютъ, это доказалъ Несселеръ и за нимъ остается заслуга такого указанія.

проводящія воду, а въ засуху—обладающія въ слабой степени этою способностью, остаются съ довольно равномернымъ количествомъ воды—обстоятельство, имѣющее большое значеніе для сухихъ мѣстностей и въ засушливые періоды. Здѣсь-то и находятъ себѣ объясненіе извѣстные сельскохозяйственные приемы, какъ напр. мотыженіе и окучиваніе, которые предпринимаются на поляхъ уже занятыхъ какимъ-нибудь растеніемъ, хотя ими одновременно достигаются и другія полезныя цѣли, какъ напр., истребленіе сорныхъ травъ, увеличеніе массы земли ближе къ средѣ произрастающаго растенія и т. под. Капиллярная способность относительно силы и скорости дѣйствія главнымъ образомъ зависитъ отъ ширины промежутковъ твердой массы и находится къ этой ширинѣ въ обратномъ отношеніи, а она-то и составляетъ существенный элементъ непрестающаго испаренія, точно также, какъ хорошая теплопроводимость существенно поддерживаетъ охлажденіе почвы черезъ лучеиспусканіе до глубокихъ слоевъ, и гдѣ чрезъ расширеніе промежутковъ удастся понизить капиллярную способность до минимума, тамъ оказывается возможнымъ ограниченіе и вліянія засухи, обусловливаемого испареніемъ на поверхности, а тѣмъ самымъ сохраненіе для растительности постояннаго резервуара въ почвѣ влаги.

Изъ всего сказаннаго выходитъ, что въ культурѣ играетъ важную роль большая или меньшая пропускаемость (Durchlässigkeit) почвою воды. Это свойство, присущее всякой пахатной землѣ, не даетъ нижнимъ слоямъ пресыщаться влагою выше предѣловъ свойственной имъ водоемкости.

Самая главная составная часть пахатнаго слоя въ чистомъ состояніи обладаетъ какъ разъ совершенно противоположнымъ свойствомъ и сообщаетъ его всѣмъ слоямъ, которые содержатъ эту составную часть въ избыткѣ. Глина, какъ извѣстно, обладаетъ своеобразною особенностью образовывать съ водою такъ называемую «пластическую» массу, которая заключенныя въ ней частицы воды задерживаетъ съ такою силою, что даже при очень сильномъ гидростатическомъ давленіи ихъ не удастся вытѣснить другими частицами воды. Теорія, сколько извѣстно, еще не выяснила это замѣчательное свойство глины, и мы не знаемъ, почему въ этомъ случаѣ задерживаемыя частицы воды не могутъ быть вытѣснены новыми частицами подобно другимъ задерживаемымъ капиллярною силою. А это доказываетъ, что мы не имѣемъ достаточнаго представленія о силахъ, которыя дѣйствуютъ въ такой пластической массѣ, и во всякомъ случаѣ есть основаніе

предполагать, что при этомъ явленіи дѣйствуютъ еще другія силы, а не однѣ капиллярныя.

Какъ бы то ни было, но фактъ тотъ, что очень глинистыя массы обладаютъ сказаннымъ свойствомъ и въ нижнихъ слояхъ почвы бываютъ причиною непронускаемости воды. Такія массы часто встрѣчаются въ подпочвѣ тамъ, гдѣ почва осѣла при переменныхъ условіяхъ изъ прѣсной воды. Верхніе слои такой почвы отъ обработки успѣваютъ перемѣняться, а въ нижнихъ глина и песокъ идутъ попеременно въ отдѣльномъ состояніи и почва становится непронускаемою. Или вообще встрѣчаются очень тяжелыя глинистыя почвы, которыя непронускаемы во всю толщину и только въ самыхъ верхнихъ слояхъ теряютъ свою пластичность благодаря обработкѣ, смѣшенію съ растительными остатками или прямо чрезъ навозку на нихъ песку.

Какъ же смотрѣть на такую непронускаемую почву относительно растительности? Съ такими почвами трудно что нибудь сдѣлать, чтобы регулировать ихъ водою и сдѣлать ихъ независимыми отъ внѣшнихъ обстоятельствъ. Если стоитъ погода сильно дождливая, то онѣ все больше и больше намокаютъ, и даже поверхъ себя скопляютъ воду, пока не перестанутъ дожди; водоудерживающая сила такихъ почвъ какъ будто не имѣетъ предѣловъ.

Изъ этого простаго разсмотрѣнія становятся совершенно понятны тѣ свойства, которыя должна обнаруживать непронускающая почва относительно растительности. Такая почва теряетъ всякую способность отстранять вредный избытокъ воды. Въ дождливой слѣдовательно мѣстности непронускающая почва самая негодная, въ сухихъ же мѣстностяхъ или въ сухое время она ничѣмъ не отличается отъ всякой другой пропускающей почвы. Въ первомъ случаѣ она будетъ показывать всѣ неудобства, которыя мы старались указать относительно почвъ съ большою водоудерживающею силою, только еще въ болѣе высокой степени.

Въ дождливое время въ непронускающей почвѣ наполняются всѣ поры водою, даже можетъ образоваться слой воды поверхъ земли, другими словами, сдѣлаться настоящее болото.

Всѣ описанныя нами выше неблагопріятныя явленія, какъ-то: недостатокъ въ кислородѣ близъ корней растений, образованіе перегнойныхъ веществъ, сильное разложеніе питательнаго раствора, повстановленіе содержащихся въ почвѣ окисловъ желѣза и т. под.—все это

дѣлають такія почвы необитаемыми для нашихъ культурныхъ растений.

Изъ всего этого выходитъ, что пропускаемость для климатовъ дождливыхъ, каковы напр. умѣренные поясы, составляетъ абсолютно необходимое условіе. Поэтому, гдѣ это требованіе не выполнено естественнымъ грунтомъ, тамъ стараются создать его искусствомъ и болѣе всего дренажемъ (а также подпочвеннымъ углубленіемъ), чрезъ что могла бы стекать вода, скопляющаяся въ почвѣ въ количествѣ болшемъ, чѣмъ необходимо для насыщенія водоудерживающей силы пахатнаго слоя. Въ средѣ сельскохозяйственныхъ приѣмовъ, направляемыхъ къ продолжительному улучшенію поземельныхъ участковъ, дренажъ почвъ и особенно луговъ играетъ самую первую роль. Поэтому почвы съ подпочвою хрящеватою и обладающей слѣдовательно хорошею пропускающею подпочвою называютъ обыкновенно естественнымъ дренажемъ *).

Нельзя, впрочемъ, не упомянуть, что этотъ естественный дренажъ въ нашемъ климатѣ можетъ однако заходить очень далеко. Если пахатный слой при малой глубинѣ обладаетъ малою водоудерживающею силою и подпочва будетъ состоять изъ хрящеватой, лишенной всякой способности задерживать воду массы, то количество воды, которое въ состояніи задержать такая почва, можетъ быть такъ незначительно, что въ засушливые періоды его хватить не надолго. Даже въ виноградникахъ по горамъ, гдѣ почва состоитъ изъ обломковъ вывѣтрѣлыхъ скалъ, сдѣланы были наблюденія, которые ясно указываютъ на неблагоприятныя условія дренажированной почвы, и которые именно состоятъ въ малыхъ урожаяхъ. Но здѣсь дѣйствуетъ вредно собственно не пропускаемость, а слишкомъ слабая водоудерживаемость верхнихъ почвенныхъ слоевъ.

Если бы теперь, въ заключеніе, свести различныя свойства почвы по отношенію къ водѣ и поставить вопросъ, какія почвы, при одинаковыхъ климатическихъ условіяхъ, слѣдуетъ считать самыми мокрыми и какія самыми сухими, и какія будутъ обнаруживать самую большую

*) Такіе грубые промежутки въ подпочвѣ, которые бы не въ состояніи были нисколько капиллярно задерживать воду, повидимому необходимы для всѣхъ влажныхъ странъ. Почва, которая до очень глубокихъ слоевъ, или по крайней мѣрѣ до уровня горизонтальной воды содержитъ только капиллярныя пустыя пространства, разъ насытившись водою, представляетъ гораздо большія препятствія циркуляціи воздуха, чѣмъ та почва, у которой и подпочва имѣетъ пустыя, наполненныя воздухомъ, пространства.

неравнобѣрность относительно содержанія воды, то мы бы скоро должны были убѣдиться, что отвѣтъ на этотъ вопросъ не такъ простъ. Но мы все-таки попробуемъ, на сколько возможно, дать отвѣтъ.

Мокрыми почвами, при большомъ количествѣ дождя, будутъ всѣ *непронускающія* почвы, то есть, такія, у которыхъ подпочва состоитъ изъ свѣтлыхъ глинистыхъ слоевъ. Въ этомъ случаѣ другія физическія свойства почвы не стоитъ брать въ вниманіе.

Средневлажными, при большомъ количествѣ дождя, изъ пропускающихъ почвъ будутъ такія, которыя обладаютъ *большою вододерживающею силою*, каковы: мелкозернистыя суглинки и перегнойныя и которыя *сверху* разрыхлены.

Средневлажными, при маломъ количествѣ дождя и въ засушливые періоды, будутъ такія почвы, которыя обладаютъ *большою водопривлательною силою*. Таковы почвы перегнойныя и которыя имѣютъ *разрыхленную поверхность*; въ этомъ случаѣ пропускаемость не имѣетъ существеннаго значенія.

Сухими почвами, при большомъ и при маломъ количествѣ дождя, будутъ всегда такія, которыя какъ разъ противоположны между собою. Таковы напр., въ бѣдныя дождями періоды почвы *песчаная съ твердою поверхностью*, въ мокрые—такія же почвы *съ сильно дренируемою, хрящезатою подпочвою* *).

Почвами въ *большую равномерность по содержанію воды*, при всякихъ возможныхъ переменахъ относительно внѣшнихъ вліяній, будутъ почвы *пропускающія, глубокія и съ разрыхленною поверхностью*, которыя обладаютъ *незначительною водопроводимостью* и въ сухомъ состояніи имѣютъ способность *сильно притягивать воду* и слабо ее *задерживать*. Такія почвы, въ которыхъ бы соединялись всѣ эти свойства, въ природѣ встрѣчаются очень рѣдко.

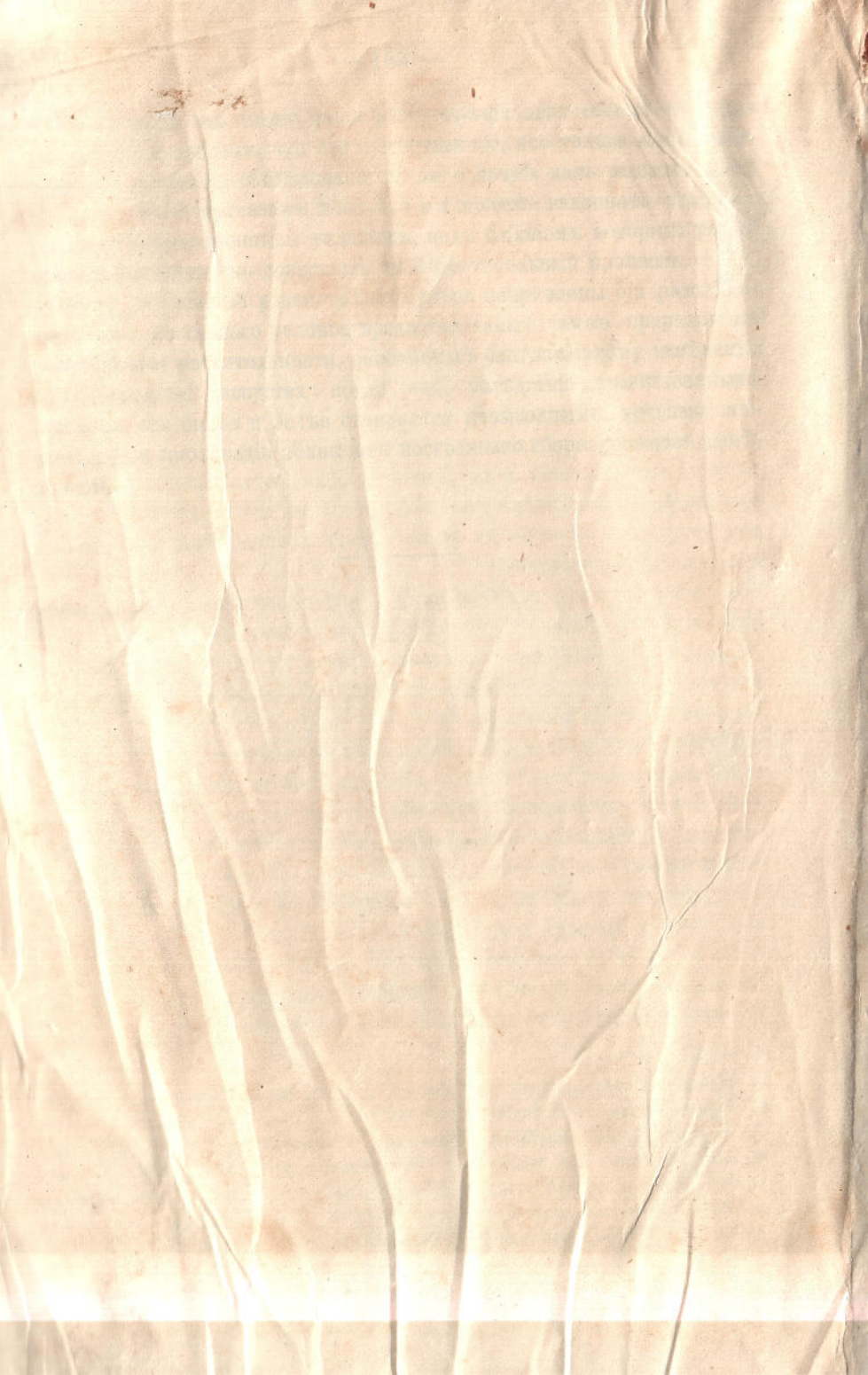
Къ почвамъ съ *измѣняющимся содержаніемъ воды*, при переменѣ внѣшнихъ условий, естественно надобно отнести тѣ, которыя не имѣютъ большей части только-что описанныхъ нами свойствъ.

*) При разсмотрѣніи этихъ отклоненій, строго говоря, являются еще нѣкоторые другіе факторы. Различіе въ нагрѣвательной способности нѣкоторыхъ почвъ естественно обуславливаетъ силу испаренія; а влажныя почвы, наоборотъ, своеобразно относятся къ теплотѣ, и такъ какъ перегнойныя почвы, по ихъ темному цвѣту, особенно сильно поглощаютъ солнечную теплоту, то понятно онѣ не могутъ быть такъ влажны, какъ это должно бы было выходить изъ нашихъ разсужденій. Но всѣ эти моменты, по ихъ безконечнымъ измѣненіямъ, не могутъ быть приняты въ разсмотрѣніе.

Этимъ мы и закончимъ наши разсмотрѣнія физическихъ свойствъ почвы. Мы полагаемъ, что все существенное, что только могло намъ дать теоритическое обследованіе главы о почвѣ, какъ растительномъ аппаратѣ, нами высказано, такъ что мы можемъ закончить отдѣлъ о реальныхъ естественныхъ условіяхъ, подъ вліяніемъ которыхъ растенія предназначено совершать свой растительный процессъ.

Наши дальнѣйшіе разсмотрѣнія будутъ направлены на разслѣдованіе того, на сколько условія, предоставляемыя самою природою въ распоряженіе растительности, способны къ благопріятному измѣненію при посредствѣ искусства, когда они, вѣдѣствіе хозяйственныхъ пріемовъ, все болѣе и болѣе становятся невыгодными, другими словами, когда плодородіе почвы отъ постоянного сбора урожая въ измѣнилось.





1-50
✓

